자료통신과 망

김일성종합대학출판사

주체91

자료통신과 망

김일성종합대학출판사

차 례

제３장. OSI모형

제４장. 신호

제5장. 부호화와 변조

제 6 장. 수자자료의 전송 대면부와 모뎀

제 7 장. 전송매체

제８장. 다중화

제９장. 오유검출과 교정

제１０장. 자료련결조종

제１１장. 자료련결규약

제１２장. 국부망

제1 3장. 도시지역망

제１４장. 교환

제１５장．점대점규약(PPP)

제１６장. 수자식종합통신망

제１７장. X.２５

제１８장. 프레임중계

제１９장．ATM

제２０장. SONET/SDH

제２１장. 망결합 및 호상망 결합장치

제２２장. 전송층

제２３장. OSI의 웃층들

제２４장. TCP/IP규약묶음１

제２５장. TCP/IP규약묶음２, 응용층

부록 A. ASCII코드

부록 B. 수체계와 변환

부록 C. 2진수의 표현

부록 D. 푸리예해석

부록 E. 오유검출을 위한 하드웨어장치

부록 F. 하프만부호화

머 리 글

자료통신과 망은 오늘 매우 빨리 발전하는 기술분야이다. 이 기술의 발전으로 하여 전문분야들이 급격히 늘어 나고 그것을 배우는 대학생들도 많아 졌다. 오늘날 전공분야의 학생들뿐아니라 비전문분야의 사람들도 원격통신과 망결합의 기초개념과 구조를 배우려고 한다. 자료통신과 망에 대한 교과서가 유용한 책으로 되자면 기초지식이 부족한 학생들에게 리해할수 있게 되여야 하며 경험 있는 독자들에게도 충분히 종합적인 자료를 줄수 있게 되여야 한다. 이 책은 전공분야의 대학생들과 각이한 부문의 독자들에게 필요한 참고서로 서술하였다.

이 책의 특징

이 책에서는 대학생들이 자료통신과 망을 보다 쉽게 리해할수 있도록 하기 위하여 몇가지 특징적인 문제들을 주었다.

구조

이 교재의 기본구성은 OSI모형의 계층준위에 기초하였다. 왜냐하면 이 모형에 대한 완전한 리해가 대부분 현재의 망리론을 리해하는데서 필수적일뿐아니라 그것이 서로 의존성구조에 기초하기때문이다. 즉 매개 층은 그 아래층에 기초하여 구축되며 그 웃층을 지원한다. 이런 방법으로 매개 개념에 대한 서술은 앞에서 밝혀 진 개념에 기초한다.

OSI모형이 선택된것은 그것이 규약이 아니라 모형이기때문이다. 모형은 TCP/IP,IPX/SPX(Novell), AppleTalk 등과 같은 특정의 규약에 무관계하다. 여기서는 실지 규약이 론의되기전에 모형을 리해해야 한다. OSI모형은 망체계의 설계에 필요한 층구조를 보여 준다.

이 책은 원격통신 또는 자료통신에 대한 지식이 거의 없거나 전혀 없는 학생들을 위하여 기초적인 문제로부터 시작하였다. 그러므로 학생들은 우선 원격통신(낮은층)에 대하여 학습하며 그다음 자료통신(웃층)에 대하여 배울수 있다. 실례로 학생들은 신호화, 부호화, 변조, 오유검출을 배운 다음 인터네트를 통한 자료전송을 배울수 있다. 이것은 두개의 과정 즉 원격통신과 자료통신에 대한 문제를 무시한것이다.

1장부터 9장에서는 물리층을 서술하였는데 이것은 나머지 층을 리해하는데서 필수적이다. 이 장들은 특히 망과 원격통신에 대한 지식이 없는 학생들에게 필요하다.

10장부터 12장까지는 국부망과 관련된 문제를, 13장은 도시지역망을, 14장은 광지역망의 준비과정으로서 교환기술을 서술하였다.

15장부터 20장까지는 광지역망에 대한 문제를 고찰하였다.

21장은 망층기능과 국부망 및 광지역망을 호상망결합하는 문제를 고찰하였다. 22장과 23장은 웃층규약에 대한 문제를 서술하였다(전송, 대화, 표현, 응용층).

24장과 25장은 전적으로 TCP/IP규약묶음을 서술한다. 이 두 장은 간단한 기초를 주며

TCP/IP규약묶음에 대한 준비과정으로 된다.

직관적인 방법

이 책은 본문과 그림을 직관적으로 볼수 있게 서술함으로써 복잡한 공식이 없이 높은 기술적문제를 쉽게 해결하였다. 거의 700개의 그림이 내용을 리해하는데 도움을 주고 있다. 그림들은 접속과 전송에 기초하고 있는 망결합개념을 설명할 때 특히 중요하다. 이것들은 다 말보다 시각적으로 더 쉽게 파악되는것들이다.

실례로 그림 3-8은 망층파케트를 자료련결층프레임에 교갑화하는것을 보여 준다. 그 다음 또한 자료련결층주소가 국에서 국으로 갈 때 변하는데 비하여 망층주소는 어떻게 변하지 않는가를 보여 준다. 그림 5-36은 8-QAM신호가 어떻게 매개 보드에 세개의 비트를 나눌수 있는가를 보여 준다. 그림 8-4는 FDM이 세개의 변조된 신호를 하나의 합성신호로 어떻게 조합하는가를 명백히 보여 준다. 그림 25-3, 25-4, 25-5, 25-6은 령역이름체계가 어떻게 세개의 령역 즉 나라, 일반, 반대령역으로 나누이는가를 보여 준다.

강조

빨리 참고하고 즉시 볼수 있도록 중요한 개념들은 직4각형안에 반복해 주었다.

실례와 응용

필요할 때마다 본문에서 소개된 개념을 보여 주는 실례들을 주었다. 이것은 매장의 마지막에 준 문제를 푸는데 도움이 될것이다.

또한 매개 장들에 실제적인 응용들을 주었다. 실례로 8장에서는 FDM을 고찰한후 전화체계의 상사계층구조응용을 주었다. 마찬가지로 TDM을 취급한 다음 전화체계의 DS계층구조응용을 주었다.

요약

매개 장은 그 장에서 취급한 내용의 요약으로 끝난다. 요약은 그 장에서 중점들을 간단히 고찰한것이다.

실마리어

매장에는 편의상 그 장전체에 리용된 실마리어목록을 주었다.

련습

매장에는 중점적인 개념들을 주고 응용력을 높일수 있게 구성한 문제들을 주었다. 여기서는 복습문제, 선택문제, 련습문제를 주었다. 복습문제는 그 장에서 제시된 내용의 초보적인 리해를 검사하기 위한것이다. 선택문제는 기초개념과 기술에 대한 파악정도를 검사한다. 련습문제는 보다 더 깊은 내용을 필요로 한다.

부록

부록은 참고자료를 빨리 보장하며 이 책의 내용을 리해하는데 필요한 복습내용을 주기 위한것이다.

용어해설과 략어

이 책은 포괄적인 용어해설과 략어들을 준다.

2판에서의 변화

책에는 보다 새로운 기술자료들이 첨가되였으며 장들의 내용은 개정되였다. 최종자료들은 증가되고 개선되였다.

새 자료

다음과 같은 새로운 자료를 첨부하였다.

- 56K모뎀과 케블모뎀(6장)
- 전송손실과 전송매체성능(7장)
- 수자가입자회선(DSL)기술과 구내까지 빛섬유(FTTC)(8장)
- 교환 및 기가비트이쎄네트(12장)
- 점대점규약(15장)
- 통신량조종(18장)
- 교환구조와 ATM LAN(19장)
- 추가적인 암호화방법(23장)
- 렘펠−지브−웰치(Lempel−Ziv−Welch)압축방법(부록 G)
- 경간나무알고리듬(부록 I)

개정

모든 장들이 개정되였다. 특히 4장, 9장, 18장, 19장, 부록 H가 개정되였다.

최종자료증가와 개선

몇개의 실례들이 내용을 명백히 하기 위하여 많은 장들에 추가된다.

- 매장의 마지막에 실마리어가 첨가된다.
- 매장의 마지막에 복습문제들이 첨부된다.
- 선택문제들이 정량적으로, 정성적으로 개선되였다.
- 련습문제들이 정량적으로, 정성적으로 개선되였다. 이전 문제의 대부분이 개정되였으며 많은 문제가 첨가되였다.

www. whhe. com/forouzan 에서의 직결식보충자료

직결식학습쎈터

McGraw-Hill직결식학습쎈터는 이 책의 교수방법과 보충적인 자료를 포함하고 있는 《수자식탄창》이다. 학생들은 《자료통신과 망》을 읽을 때 직결식상태에서 자체채점질문을 취할수 있다. 그들은 또한 PowerPoint투영편이나 동화상그림 등의 강의자료를 쉽게 찾아 볼수 있다. Web에서 학생들은 기수번호문제에 대한 풀이를 찾을수 있으며 강의자의 경우는 통과단어를 리용하여 필요한 모든 풀이를 찾아 볼수 있다.

추가적으로 McGraw-Hill은 PageOut라는 McGraw-Hill의 도구를 리용하여 망결합과정을 위한 Web싸이트를 쉽게 만들수 있도록 하였다. 그것은 HTML에 대한 사전지식도 필요없고 긴 시간이 들지도 않으며 설계기교도 요구하지 않는다. 대신에 PageOut는 몇개의 형타를 제공한다. 다만 거기에 정보를 채워 넣고 16개 설계중 하나를 선택한다. 과정은 1시간 채 걸리지 않으며 전문적으로 설계된 Web싸이트에 들어 간다. 비록 PageOut가 《즉시》적인 요약을 줄수 있기는 해도 완성된 Web싸이트는 보다 강력한 특징을 제공한다. 호상작용과정항목은 강의와 맞먹는 내용을 줄수 있게 하며 그리하여 학생들이 PageOutWeb싸이트를 찾을 때 그 항목이 학생들을 Forozan의 직결식학습쎈터요소로 또는 특정한 자료에로 안내하게 될것이다.

이 책을 리용하는 방법

전공분야의 학생들을 모두 대상으로 하여 서술한 이 책은 전문가들의 자습독본으로도 리용될수 있다. 이 책은 교과서로서 1학기과정 또는 2학기과정에 리용될수 있다. 독자들의 편리를 도모하는 방향에서 매개 장들을 편성하였는바 다음의 항목들을 참고해 주기 바란다.

- 1～12장은 필수적이다.
- 13장은 선택적이다.
- 14～18장은 1학기과정 또는 2학기과정에 구체적으로 취급할수 있다.
- 19～25장에는 필수적이다.

제1장. 서　론

이 장에서는 자료통신과 망결합을 배울 필요성을 제기하고 그 개념들을 고찰한다. 여기서 규약과 규격을 정의하는데 이것은 책의 전 과정에 리용되는것들이다.

1. 1. 자료통신을 왜 학습해야 하는가

만화가들과 디스크조종수들이 수요자들에게 자기의 전자우편주소를 줄 때 그것은 사람들과 협회들사이에 통신방법을 정의하는 호상접속성이 더욱 커지는것으로 된다. 인터네트와 WWW는 국제적규모에서 합작가능성을 지적하고 있다. 콤퓨터와 모뎀을 통하여 한 나라에서 다른 나라로 직접 통신을 진행할수 있다. 어느 한 나라 종합대학의 종양연구소는 다른 나라의 보건부문 대학들과 함께 연구결과를 비교할수 있다. 어떤 은행에서는 다른 기관으로부터 제작비용자료를 제때에 받아서 중요회의에 제출할수 있다.

망들은 우리가 업무를 수행하는 방식으로, 살아 가는 방식으로 변화되고 있다. 업무판단은 매우 빨리 진행되여야 하며 그 판단은 정확한 정보에 의거할것을 요구한다. 그러나 우리는 얼마나 빨리 처리할수 있는가를 알아 보기전에 망이 어떻게 동작하며 어떤 기술이 리용되며 어떤 요구를 가장 잘 충족시키는가를 알 필요가 있다. 회사가 새로운 분점을 꾸릴 때 그 기술은 쉽게 구성변화를 반영하도록 유연해야 한다. 어떤 특정의 설계가 이 문제를 취급할만큼 담보적인가, 매개 기술을 언제 리용하는가를 리해하는것은 오늘날 계속 변화되는 환경속에서 옳바른 체계를 보장하는데 필수적이다.

개인용콤퓨터(PC)의 개발은 업무, 공업, 과학, 교육분야에서 거대한 변화를 가져 왔다. 정보처리기술은 한때 매우 숙련된 기술자들의 령역이였으나 지금은 로동자들이 리용하기에 편리하게 되여 있다. 지금은 교원, 연구사들뿐아니라 계산원, 판매원들까지도 자기의 자료기지, 자료통계를 설계하기 시작하였다. 회사들과 대학들은 극소형콤퓨터를 리용하여 정보관리를 수집하기 시작하였다. 이 극소형콤퓨터가 설치되자 대형콤퓨터에 피동적으로 접속되여 있던 말단들이 제거되였다. 지금은 개인용콤퓨터말단이 중심봉사기지에 보다 새로운 련계를 보장한다.

이러한 새로운 처리능력을 가지고도 사람들은 효과적인 자료공유의 방법을 가지지 못하였다. 대형콤퓨터에 직접 접속된 콤퓨터를 가지고 있지 않는 한 정보를 얻고 보내려고 하는 사람은 그것을 수동적으로 해야 한다. 1970년대에 지방은행의 자료처리를 취급하는 한 회사는 자료를 만들어서 테프에 기억시켜 자동차로 그것을 매주마다 은행의 콤퓨터에 날라 갔다(비행기로 테프를 나르는 정기수송은 자료통신에 대한 극단적인 대역너비로 생각되였다.). 보다 새로운 개인용콤퓨터와 워크스테이션의 체계에서 자료는 디스크에 복사되거나 다른 개인용콤퓨터에 물리적으로 재적재될수 있었다. 또한 원격콤퓨터가 곁에 있는것처럼 거기서 인쇄되고 목적지까지 우편, 팍스로 전송되며 원격콤퓨터에 들어가 다시 쇠를 채울수 있다. 이것은 시간이 드는것도 아니며 또 불편한것도 아니지만 다시 복사하는것은 오유를 만들어 낼수 있고 디스크전송에 관한 문제는 때때로 더 나쁜 결과

를 가져 올수 있다. 디스크는 콤퓨터에 비루스를 퍼뜨리는 위험한 방법으로 판명되였다.
원격통신망에서도 변혁이 일어 나고 있다. 기술의 발전은 통신련결고리가 신호를 보다 많이 보다 빨리 나를수 있게 하였다. 결과 봉사는 회의, 호출, 호출대기, 음성우편, 호출자 ID 등의 전화봉사를 포함하여 보다 확장되였으며 새로운 수자식봉사는 영상처리와 정보검색을 포함한다.
적절한 장치들을 개발하는것은 망설계가들에게 나선 문제이다. 그러나 문제는 이것만이 아니다. 개인용콤퓨터와 워크스테이션들 그리고 기타 수자장치들사이에 접속을 설계하자면 사용자들의 요구를 알아야 한다. 정보는 어떻게 흐르는가, 누가 자료를 공유하며 어떤것이 공유되는가, 정보가 얼마나 먼거리를 이동해야 하는가, 자료공유가 하나의 사무실 PC들로 제한되는가 아니면 자료가 국부지역사무실들과 공유할 필요가 있는가 등 기관업무를 보다 효과적으로 관리하기 위하여서는 여러가지 형태의 망을 가지고 있어야 한다.

1. 2. 자료통신

통신한다는것은 정보를 공유한다는것이다. 이 공유는 국부적이거나 원격적일수 있다. 개별적인것들사이에서 국부통신은 보통 맞대면으로 진행되며 원격통신은 먼거리를 거쳐서 진행된다. 원격통신은 전화, 전신, 텔레비존을 포함하는데 먼거리에서의 통신을 의미한다(tele는 희랍어로써 멀다는 뜻이다.). 단어 《자료》는 그를 창조하고 리용하는 쌍방향사이에 합의된 형태로 제출된 사실, 개념, 명령을 가리키는 말이다.

콤퓨터정보체계에서 자료는 2진정보단위(비트)로 표현되는데 0과 1로 생성ᄃ기도 하고 쓰이기도 한다.

자료통신은 어떤 전송매체형태(도선, 케블 등)를 통하여 진행되는 두 장치사이의 자료교환이다(0과 1의 형태로). 자료통신은 통신장치가 같은 건물이나 제한된 지역적구역안에 있다면 국부로, 멀리 떨어 져 있다면 원격으로 고찰한다.
자료통신이 진행되자면 통신장치들이 하드웨어와 쏘프트웨어의 조합으로 이루어 진 통신체계의 한 부분으로 되여야 한다. 자료통신체계의 효과성은 세가지 기본특성에 의존한다.

- **전달** 체계는 자료를 정확히 목적지에 전달해야 한다. 자료는 지정된 장치나 사용자에게만 수신되여야 한다.
- **정확성** 체계는 자료를 정확히 전달해야 한다. 전송도중에 정확하지 못한 자료는 리용할수 없다.
- **시기성** 체계는 자료를 제때에 전달해야 한다. 늦게 전달된 자료는 필요 없다. 영상, 소리, 음성자료에서 즉시의 전달은 어떤 지연이 없이 그것이 형성된 순서 그대로 자료를 전달하는것을 의미한다. 이러한 전달을 실시간전송이라고 한다.

구성요소들

자료통신체계는 5개 요소로 이루어 진다(그림 1-1을 참고).

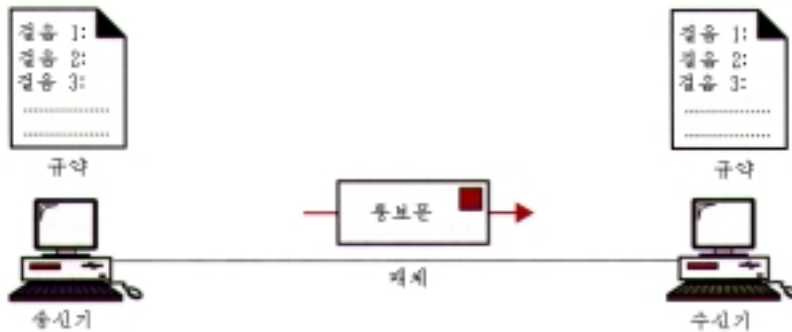



그림 1-1. 자료통신체계요소

- **통보** 통보는 통신되는 정보(자료)이다. 그것은 본문, 수자, 그림, 소리, 영상 또는 그것들의 조합으로 이루어 진다.
- **송신기** 송신기는 자료통보를 보내는 장치이다. 그것은 콤퓨터, 워크스테이션, 전화기, 영상카메라 등이 될수 있다.
- **수신기** 수신기는 자료통보를 받는 장치이다. 콤퓨터, 워크스테이션, 전화기, 텔레비죤 등이 수신기로 될수 있다.
- **매체** 전송매체는 송신기에서 수신기로 통보가 이동하는 물리적인 경로이다. 그것은 꼬임쌍선, 동축케블, 빛섬유케블, 레이자, 무선파(지상 및 위성마이크로파) 등이 될수 있다.
- **규약** 규약은 자료통신을 관리하는 규칙들의 모임이다. 그것은 통신장치들사이의 합의를 표시한다. 규약이 없이는 두 장치가 련결될수도 있지만 통신은 못한다. 마치도 프랑스어로 말하는 사람은 중어로 말하는 사람을 리해할수 없는것과 같다.

1. 3. 망

망은 련결매체들로 접속된 장치(마디라고 한다.)들의 모임이다. 마디는 콤퓨터, 인쇄기 또는 망의 마디에서 발생된 자료를 받거나 송신할수 있는 장치이다. 장치들을 접속시키는 련결고리는 흔히 통신통로라고 한다.

분산처리

망들은 분산처리를 리용하는데 여기서 과제는 여러 콤퓨터들에 분할된다. 한개의 대형장치가 처리의 모든 측면을 담당하고 대신 개별적콤퓨터들(보통 개인용콤퓨터 또는 워

크스테이션)이 부분적인것을 취급한다.

분산형체계의 우점은 다음과 같다.

- **보안/교갑화** 체계설계자는 사용자가 전체 체계와 호상작용하는 내용을 제한할수 있다. 실례로 은행은 사용자가 은행의 전체 자료기지에 접근하지 못하게 하면서 자동출납기계(ATM)를 통하여 자기의 예금에만 접근하게 할수 있다.
- **분산형자료기지** 체계는 전체 자료기지를 다 기억시킬수 있는 능력을 필요로 하지 않는다. 실례로 www는 사용자가 인터네트의 임의의 곳에 기억되고 조직되는 정보에 접근하도록 한다.
- **보다 빠른 문제해결** 여러 콤퓨터가 하나의 문제를 동시에 맡는다면 하나의 장치가 혼자서 하는것보다 빨리 문제를 풀수 있다. 실례로 PC들의 망은 한개 콤퓨터로써는 암호를 푸는데 걸리는 시간때문에 풀수 없는것으로 되여 있는 암호를 해득할수 있다.
- **여유를 통한 안전성** 동시에 같은 프로그람을 수행하는 여러 콤퓨터들은 여유를 가지고 안전성을 보장할수 있다. 실례로 우주왕복선에서 세개의 콤퓨터가 같은 프로그람을 실행하는데 하나에 장치오유가 생기면 다른 두개가 그것을 보충할수 있게 되여 있다.
- **협동처리** 여러 콤퓨터들과 여러 사용자들은 다 한 과제상에서 호상작용할수 있다. 실례로 다중사용자망경기에서 매개 선수의 작용은 다른 선수들에게 보여질수 있고 영향을 미친다.

망기준

망이 효률적이고 효과적인것으로 되자면 몇개의 기준을 만족해야 한다. 여기서 가장 중요한것은 성능, 필요성, 안전성이다(그림 1-2 참고).

성능

성능은 이행시간, 응답시간을 포함하여 많은 방법으로 판정할수 있다. 이행시간은 통보가 한 장치에서 다른 장치로 이행할 때 걸리는 시간이다. 응답시간은 조사와 응답사이의 경과시간이다.

그림 1-2. 망기준

망의 성능은 사용자의 수, 전송매체형태, 접속하드웨어의 능력, 쏘프트웨어의 효률 등을 포함하여 여러 인자에 의존한다.

- **사용자수** 동시에 많은 사용자를 가지는것은 과중한 통신량을 조절할수 있게 설계되지 않은 망에서는 응답시간이 길어 질수 있다. 주어 진 망의 설계는 동시에 통신하게 될 사용자의 평균수를 평가한데 기초한다. 그러나 최대부하기간에 사용자의 실지 수자는 평균을 초과할수 있으며 따라서 성능을 감소시킨다. 망이 부하에 어떻게 반응하는가 하는것이 성능지표의 하나이다.
- **전송매체형식** 매체는 자료가 접속을 통하여 이동하는 속도를 정의한다. 오늘날의 망들은 빛섬유케블과 같은 발전된 매체로 교체되고 있다. 초당 100Mbit 자료를 나를수 있는 매체는 초당 10Mbit인 매체보다 10배이상으로 빠르다. 그러나 빛의 속도는 자료속도의 웃한계를 설정한다.
- **하드웨어** 망에 포함된 하드웨어의 형태는 전송의 속도와 용량에 다 영향을 미친다. 보다 큰 기억용량을 가진 고속콤퓨터는 보다 높은 성능을 보장한다.
- **쏘프트웨어** 송신기와 수신기(중간마디)에서 자료를 처리하고 재리용하는 쏘프트웨어도 망성능에 영향을 미친다. 망을 통하여 한 마디에서 다른 마디점으로 통보를 이행시키는것은 자료를 전송가능한 신호로 변환하고 신호를 수신기가 리용할수 있는 형태로 다시 변화시키는 처리를 요구한다. 이 봉사를 제공하는 쏘프트웨어는 망련결의 속도와 필요성에 다 영향을 준다. 잘 설계된 쏘프트웨어는 처리속도를 높일수 있고 보다 효과적이고 효률적인 전송을 보장할수 있다.

믿음성

망믿음성은 전송의 정확성뿐아니라 고장빈도수, 고장회복시간, 재난속에서의 망담보성 등으로 판정된다.

- **고장빈도수** 모든 망들은 대체로 고장이 난다. 그러나 고장이 자주 일어 나는 망은 사용자들에게 쓸모가 없다.
- **고장으로부터 회복시간** 봉사를 회복하는데 얼마나 걸리는가? 빨리 회복하는 망은 더 쓸모가 있다.
- **재난** 망은 화재, 지진, 타격 등의 재해로부터 보호되여야 한다. 뜻밖의 위험으로부터 보호하는것은 망쏘프트웨어를 후원하는 믿음성 있는 체계를 설계하는 것이다.

보안

망보안문제는 비법적인 접근과 비루스로부터 자료를 보호하는것이다.

- **비법적인 접근** 망이 유용하자면 기밀자료가 비법접근으로부터 보호되여야 한다. 보호는 여러가지 준위에서 실현된다. 최저준위는 사용자식별부호와 통과단어이다. 높은 준위에서는 암호화기술이 리용된다. 여기서는 자료가 체계적으로 뒤바뀌여서 그것이 도청된다고 하여도 리해할수 없게 한다.
- **비루스**망은 많은 말단으로부터 접근가능하기때문에 비루스에 감염되기 쉽다. 비

루스는 체계를 파괴시키는 불법적으로 도입된 코드이다. 좋은 망은 특별한 장치 및 프로그람에 의하여 비루스로부터 보호된다.

응용

자료통신망은 업무, 공업, 오락분야에서 없어서는 안될것으로 되였다. 여러 분야에서 망응용을 보면 다음과 같다.

- **시장과 판매** 콤퓨터망은 시장과 판매에서 광범히 리용된다. 시장전문가들은 망을 리용하여 수요자들의 요구와 제품개발주기에 관한 자료를 수집하고 교환하며 분석한다. 판매응용에는 원격물건사기가 있는데 여기서는 주문처리망에 접속된 주문받기콤퓨터나 전화를 리용한다. 또는 호텔, 항공기에 대한 직결식예약봉사도 있다.
- **재정봉사** 오늘날의 재정봉사는 전적으로 콤퓨터망에 의존한다. 응용실례를 보면 신용관계탐색, 외화거래와 투자봉사, 전자자금전송(EFT)등이다. 여기서는 사용자가 은행에 가지 않고 돈을 전송할수 있다(자동출납기는 전자자금전송의 한 종류이다.).
- **제작** 콤퓨터망은 오늘 제작분야의 여러 면에서 리용된다. 망을 리용하여 필수적인 봉사를 제공하는 두가지 응용실례를 들면 CAD (Computer Aided Design)와 CAM(Computer Aided Manufacturing)이다. 이것은 여러 사용자가 동시에 대상과제모의에서 작업할수 있게 한다.
- **전자통보** 아마도 최근의 가장 광범한 망응용은 전자우편(e−mail)일것이다.
- **등록부봉사** 등록부봉사는 파일목록이 중심위치에 기억되게 하여 세계적인 탐색조작의 속도를 높인다.
- **정보봉사** 망정보봉사에는 광고판과 자료은행 등의 형식이 있다. 새 제품의 기술특성을 제공하는 WWW싸이트는 정보봉사이다.
- **전자자료교환(EDI)** EDI는 업무정보(구입주문이나 송장 등의 문서)가 종이양식이 없이 전송되게 한다.
- **원격회의** 원격회의는 회의가 참가자들이 한 자리에 모이지 않고도 진행될수 있게 한다. 응용실례에는 단순본문회의(참가자들이 자기들의 건반과 표시장치를 통하여 통신한다.), 음성회의(참가자들이 여러 곳에서 전화를 통하여 동시에 통신한다.), 비데오회의(참가자들이 서로 보면서 말할수 있다.) 등이 있다.
- **셀방식전화** 지난 시기에는 전화봉사를 리용하려는 두 사용자는 고정된 물리적접속으로 련결되여야 했다. 오늘날의 셀망은 먼 나라를 려행하면서 무선전화결속을 유지할수 있게 해준다.
- **케블텔레비죤** 케블텔레비죤망이 제공하는 앞으로의 봉사는 전화회사나 콤퓨터망이 보장하는 현재의 정보, 재정, 통신봉사는 물론 수요에 따르는 영상봉사이다.

1. 4. 규약과 규격

규약

콤퓨터망에서 통신은 각이한 체계들의 실체사이에서 일어 난다. 실체는 정보를 송신 또는 수신할수 있는 어떤 대상이다. 실례로 응용프로그람, 파일전송묶음, 열람기, 자료기지관리체계, 전자우편쏘프트웨어 등이다. 체계는 하나 또는 여러개의 실체를 포함하는 물리적대상이다. 실례로 콤퓨터와 말단이다.

그러나 두 실체는 비트렬을 서로 보낼수 없으며 리해할것을 바라지 못한다. 통신이 일어 나기 위해서는 실체들이 어떤 규약을 합의해야 한다. 앞에서 언급된바와 같이 규약은 자료통신을 관리하는 규칙들의 모임이다. 규약은 무엇이 통신되는가, 어떻게 통신되는가, 언제 통신되는가를 정의한다. 규약의 기본요소들은 문장론, 의미론, 시간조종이다.

문장론

문장론은 자료의 구조 또는 형식을 가리키는 말이다. 이것은 그것들이 배렬되는 순서를 의미한다. 실례로 단순한 규약은 자료의 첫 8개 비트가 송신기의 주소이고 다음 8개 비트는 수신기의 주소, 나머지는 통보인것으로 생각할수 있다.

의미론

의미론은 매체들의 매개 구간의 의미를 가리키는 말이다. 특정의 패턴이 어떻게 해석되며 그 해석에 기초하여 어떤 작용이 진행되는가? 실례로 주소는 경로조종기를 식별하는것인가 아니면 통보의 목적지를 규정하는것인가?

시간조종

시간조종은 두가지 특성을 의미한다. 즉 언제 자료를 보내야 하며 얼마나 빨리 보내야 하는가? 실례로 송신기가 100Mbps의 속도로 자료를 송신하고 수신기가 1Mbps로만 수신할수 있다면 전송은 수신기에 대하여 과부하로 될것이며 많은 자료가 손실될것이다.

자료통신에서 규약은 정보통신의 모든 상황을 관리하는 규칙(협정)들의 모임이다.

규격

동기시켜야 할 많은 인자들로 하여 망의 마디점들에서 통신이 정확히 효률적으로 일어 나게 하자면 많은 조절이 필요하다. 한 제작자는 자기의 제품을 다 함께 잘 동작할수 있도록 만들수 있지만 가장 좋은 일부 요소들을 그 회사가 만들지 못한다면 어떻게 하겠는가, 국부 방송국이 또 다른것을 방송할 때 텔레비죤이 한개 신호만을 받아 들일수 있다면 무엇이 좋은가, 규격이 없는 경우에 난관이 생긴다. 자동차들은 비규격제품의 한 실

례이다. 한모양 또는 모형의 조항륜을 변경시키지 않고는 다른 모형에 맞출수 없다. 규격은 제품이 개별적제작자에 관계없이 동작할수 있게 하는 개발모형을 제공한다.

규격은 장치제작자들을 위하여 열린 시장을 유지하는데서 그리고 자료 및 원격통신기술과 처리들의 국내적 및 국제적호상리용성을 담보하는데서 필수적이다.

규격은 제작자들, 판매자들, 기관들, 기타 봉사제공자들에 대한 기준을 보장하여 오늘날의 국제통신에서 필요한 호상접속성을 확보해 준다. 여러모로 고려되지 않은 규격은 초기의 유연하지 못한 설계에 매달리게 함으로써 개발을 더디게 할수 있다. 그러나 오늘의 현실과 소비자요구는 공업이 일반모형에 대한 필요를 인정하게 하였으며 그 모형들이 어떤것인가에 대한 더 많은 합의가 이루어 지고 있다. 설계가들의 지능과 예견성에 의하면 지금 리용되는 규격들이 발전을 저애하는것이 아니라 촉진시킬것이라는것이다.

자료통신규격들은 두가지 부류 즉 사실상과 권리상규격으로 나눌수 있다(그림 1-3).

권리상규격은 공식적으로 인정된 기구에서 법적으로 제정한것이다. 조직화된 단체에서 인정되지는 않았지만 광범한 리용을 통하여 규격으로 적용된 규격들을 사실상규격이라고 한다. 사실상규격들은 새로운 제품이나 기술의 기능을 정의하려고 하는 제작자들이 초기에 확립한다.

그림 1-3. 규격의 분류

사실상규격은 더 나아가서 두가지로 분류된다. 즉 독점적인것과 비독점적인것이다. 독점적규격은 본래 상업상의 조직이 자기제품의 운영기초로서 시도한것들이다. 그것들은 전적으로 그 회사에 속해 있기때문에 독점적이라고 한다. 이런 규격들을 닫긴규격이라고 한다. 왜냐하면 그것은 각이한 판매자들이 보장하는 체계들사이에서 통신이 닫겨 있기때문이다. 비독점적규격은 초기에 어떤 그룹이나 위원회가 대중화한것들이다. 그것은 각이한 체계들사이에서 통신을 보장하게 되여 있기때문에 열린규격이라고도 한다.

1. 5. 규격화조직

규격들은 규격제정위원회, 연단(포럼), 정보통제기관들의 협동으로 개발된다.

규격제정위원회

많은 규격조직들이 규격확립에 전념하고 있는데 북아메리카에서는 자료통신과 원격

통신을 다음의 조직들에서 발표한것에 기초하고 있다.

- 국제규격화기구(ISO)
- 국제전기통신련맹－규격화부(ITU－T)
- 미국국가규격협회(ANSI)
- 전기 및 전자공학기사협회(IEEE)
- 전자공업협회(EIA)
- Telcordia

ISO

국제규격화기구(ISO)는 세계 여러 정부의 규격위원회들에서 선출되여 온 성원들의 다민족조직이다. ISO는 1947년에 창설되였는데 국제적규격에 대한 전 세계의 합의에 이바지하는 완전히 자발적인 기구이다. 현재 82개 나라에 대표부를 가지고 있으며 호환성, 질의 개선, 생산성의 증가, 가격의 감소를 위한 모형들을 보장함으로써 상품봉사의 국제적인 교환을 편리하게 할 목적을 가지고 있다. ISO는 과학, 기술, 경제활동의 령역에서 협조를 발전시키는 역할을 수행한다. 이 책에서 1차적으로 관심하는것은 정보기술분야에서의 ISO의 노력이다. 그것은 망통신을 위한 열린체계호상접속(OSI)모형을 창조하였다.

> ISO는 각이한 분야에서의 국제적규격에 대한 세계적인 협의를 전문으로 하는 기구이다.

ITU−T

1970년대 초까지 여러 나라들이 원격통신에 대한 민족규격을 정의하였으나 국제적인 호환성은 여전히 거의 없었다. 유엔은 국제전기통신련맹(ITU)의 한 부분으로서 국제전신전화자문위원회(CCITT)를 형성하였다. 이 위원회는 일반적으로 원격통신, 특히는 전화 및 자료체계에 대한 규격의 연구와 확립에 공헌하였다. 1993년 3월 1일 이 위원회의 이름은 국제전기통신련맹－원격통신규격화부(ITU−T)로 변화되였다.

ITU−T는 연구그룹들로 나누어 지며 각이한 공업분야를 다룬다. 민족위원회들(ANSI, 유럽의 CEPT 등)은 이 연구그룹들에 제안을 내놓는다. 만일 연구그룹이 동의하면 그 제안은 비준되여 ITU−T규격의 부분으로 되며 4년마다 발표된다.

가장 잘 알려 진 ITU−T규격들은 전화회선을 통한 자료전송을 정의하는 V계렬(V.32, V.33, V.42), 공중수자망을 통하여 전송을 정의하는 X계렬(X.25, X.400, X.500), 전자우편 및 등록부봉사, 수자식종합통신망(ISDN)들이다. ISDN은 다른 계렬의 일부를 포함하며 최근의 국제수자망을 정의한다. 현재의 계획은 ISDN의 확장으로서 정보고속도로로 알려진 광대역 ISDN(B−ISDN)이다.

ITU-T는 원격통신규격을 개발하는 유엔의 규격기구이다.
두가지 대중화된 규격은 V계렬과 X계렬이다.

ANSI

이름과는 달리 미국국가규격협회(ANSI)는 련방정부와는 관련이 없이 활동하는 협동체이다. 그러나 ANSI의 모든 활동은 특정한 시민들의 복리와 관련된다. ANSI가 표방하는 목적은 자발적인 규격화를 위한 민족조정협회로 복무하며 대중리익단체들의 참가와 보호를 담보하는것이다. ANSI의 성원들은 전문협회, 공업협회, 정부 및 통제기구, 소비자그룹을 포함한다. 현재의 연구분야는 호상망계획과 공학, ISDN봉사, 신호화 및 구조, 빛섬유계층구조(SONET)이다.

ANSI는 ITU-T에 안을 제시하며 ISO성원을 추천하는 지명자이다. 류사한 봉사를 유럽동맹에서는 유럽우편전신전화위원회(CEPT)와 유럽원격통신협회(ETSI)들에서 제공한다.

ANSI는 ISO와 ITU-T에서 가장 영향력 있는 미국국가규격협회이다

IEEE

전기 및 전자공학기사협회(IEEE)는 세계 최대의 전문공학협회이다. 국제적범위에서 그 목적은 전기공학, 전자공학 그리고 무선공학, 련관된 모든 공학부문에서의 리론, 창조성, 제품의 질을 발전시키는것이다. 그 목적의 하나로서 IEEE는 계산과 통신에 대한 국제적규격의 개발과 채용을 감독한다. IEEE는 국부망(LAN)에 대하여 특별한 위원회를 가지고 있는데 거기서 802계획(802. 3, 802.4, 802.5)이 출현하였다.

IEEE는 계산, 통신, 전기공학, 전자공학에 대한 규격을 개발하는 최대의 민간전문화그룹이다. IEEE는 802계획이라는 국부망규격을 발기하였다.

EIA

ANSI와 나란히 전자공업협회(EIA)는 전자공학제작회사들의 촉진에 이바지하는 조직이다. 그의 활동은 대중의식교육과 규격개발이다. 정보기술분야에서 EIA는 자료통신에 대한 물리적접속대면부와 전자공학적신호화특성을 규정함으로써 일정한 기여를 하였다. 특히 EIA-232-D, EIA-449, EIA-530은 두개의 수자장치(실례로 콤퓨터와 모뎀)사이의 직렬전송을 정의한다.

EIA는 전자공학제작자들의 협회이다. 그것은 EIA-232-D와 EIA-530규격들을 개발하였다.

Telcordia

Telcordia의 이전 이름은 Bellcore인데 Bell연구소의 개칭이다. Telcordia는 원격통신기술의 발전을 위한 연구 및 개발자원을 제공한다. 그것은 ANSI에 대한 초기규격의 중요한 원천이다.

연단(포럼)

원격통신기술발전은 규격위원회가 규격을 비준하는 능력보다 더 빨리 진행되고 있다. 규격위원회들은 절차적인 기구이기때문에 본질적으로 느리게 움직인다. 모형과 합의를 작성하기 위한 요구를 조정하고 규격화과정을 편리하게 하기 위하여 많은 회사들의 대표들로 이루어 진 연단이 조직되였다. 연단은 대학들과 사용자들을 대상하여 새로운 기술을 검사하고 평가하고 규격화한다. 그 노력은 특정한 기술에 집중됨으로써 연단은 원격통신분야에서 그 기술의 도입과 리용을 가속시킬수 있다. 연단은 자기들의 결론을 규격기구들에 제출한다.

몇개의 중요연단들은 다음과 같다.

프레임중계연단

프레임중계연단은 프레임중계의 도입과 실현을 촉진시키기 위하여 DEC, Nortern, Telecom, Cisco, Strata Com으로 형성되였다. 오늘 그것은 북아메리카, 유럽, 태평양지역을 대표하는 약 40개의 성원을 가지고 있다. 주관하는 문제들은 흐름조종교갑화, 변환, 다중수신자송신이다. 결과들은 ISO에 제출된다.

ATM연단과 ATM협회

ATM연단과 ATM협회는 비동기전송방식(ATM)기술의 도입과 리용을 촉진시키기 위하여 존재한다. ATM연단은 거래자구내장비(PBX)판매자들과 중심국(전화교환국)제공자들로 이루어 진다. 그것은 호상리용성을 담보하는 봉사들의 규격화와 관계된다. ATM협회는 ATM을 지원하는 하드웨어와 쏘프트웨어판매자들로 이루어 진다.

인터네트협회(ISOC)와 인터네트공학특별위원회(IETF)

인터네트협회(ISOC)와 인터네트공학특별위원회(IETF)는 인터네트통신의 장성과 발전을 촉진시키는데 관여한다. 인터네트협회(ISOC)는 TCP/IP규약묶음을 보강하면서 사용자문제점들에 집중한다. IETF는 인터네트 그자체의 규격기구이다. 이 기구는 인터네트쏘프트웨어와 하드웨어를 검열한다. 중요하게는 단순망관리규약(SNMP)의 개발과 다리, 경로조종기, 경로조종기규약에 대한 성능규격의 검열이다.

통제기관

모든 통신기술은 련방통신위원회(FCC)와 같은 정부기관들의 통제하에 있다. 이 기관들의 목적은 라지오, 텔레비죤, 유선케블통신을 조절함으로써 대중리익단체들을 보호하는 것이다.

FCC

FCC는 통신에 관계하면서 국가호상간 및 국제적인 상업전반에서 권한을 가지고 있다. 모든 통신기술은 FCC승인을 받은 다음에야 시장에 나갈수 있다(전화번호책에서 FCC승인코드를 보기 바란다.).

일련의 FCC책임들을 보면 다음과 같다.

- 전신, 전화보장자들이 만들어 놓은 가격 및 봉사료금응용의 검열
- 통신하드웨어의 기술적특성을 검열
- 합리적인 공중통신업자반환금의 설정
- 무선주파수의 분할과 할당
- 라지오와 텔레비죤방송의 반송주파수를 배당

1. 6. 책의 구조

3장에서 소개되는 OSI모형은 책에서 취급되는 주제들에 대한 기능구조를 형성한다. 모형의 최저준위는 물리층으로서 4~9장에 해당된다. 다음의 10~13장은 자료련결층에 관한 문제들을 서술한다. 여기서 국부 및 도시지역망에 대한 고찰도 진행한다. 14장에서는 교환에 대하여 서술한다.

15～20장은 PPP, ISDN, X.25, 프레임중계, ATM, SONET 등의 최근 광지역망을 고찰한다. 21장은 망결합 및 호상망결합장치를 리용하여 어떻게 망들을 접속하는가를 보여 준다.

OSI모형의 웃층들 즉 전송층, 표현층, 응용층은 22장, 23장에서 고찰된다.

24장과 25장은 TCP/IP와 인터네트규약에 대하여 취급한다.

1. 7. 실마리어

규격	련방통신위원회(FCC)
규격제정위원회	망
국제전기통신련맹−원격통신규격화부 (ITU−T)	문장론
	매체
국제규격화기구(ISO)	보안
규약	분산형조종
권리상규격	사실상규격

송신기
수신기
시간조종
자료통신
전기 및 전자공학기사협회(IEEE)
전자공업협회(EIA)
통보
통제기관
미국국가규격협회(ANSI)
연단
인터네트협회(ISOC)
의미론
원격통신
Telcordia

1. 8. 요 약

- 자료통신은 어떤 전송매체를 통하여 한 장치에서 다른 장치로 자료를 전송하는 것이다.
- 자료통신체계는 정확한 그리고 즉시적인 방법으로 목적지에 자료를 전송해야 한다.
- 자료통신체계의 기본 다섯가지 요소는 통보, 송신기, 수신기, 매체, 규약이다.
- 망들은 정보장치들을 공유할수 있게 한다.
- 망들은 분산처리를 리용하여 거기서 어떤 과제를 여러 콤퓨터들에 분할할수 있다.
- 망들은 성능, 믿음성, 안정성으로 평가된다.
- 규약은 자료통신을 관리하는 규칙들의 모임이며 기타 요소는 문장론, 의미론, 시간조종이다.
- 규격은 각이한 제작자들의 제품이 서로 동작할수 있도록 하는데 필요하다.
- ISO, ITU−T, ANSI, IEEE, EIA,Telcordia(Bellcore)는 규격창조를 맡아 보는 조직들이다.
- 연단은 새로운 기술을 검사하고 평가하며 규격화하는 회사들의 대표들로 구성한다.
- 몇가지 중요 연단들을 보면 프레임중계연단, ATM연단, 인터네트협회, 인터네트 공학특별위원회 등이다.
- FCC는 라지오, 텔레비존, 유선케블통신을 조절하는 통제기관이다.

1. 9. 련 습

복습문제

1. 자료통신체계의 5개 요소를 식별하시오.
2. 분산형체계의 우점은 무엇인가?
3. 효과적이고 효률적인 망에 필요한 세가지 기준은 무엇인가?
4. 원격통신과 자료통신의 관계는 무엇인가? 하나는 다른것의 부분인가? 대답의

리유를 쓰시오.

5. 규격제정위원회, 연단, 통제기관들사이의 차이는 무엇인가?
6. 자료통신체계의 효과성을 결정하는 세가지 기본특성은 무엇인가?
7. 망의 성능에 영향을 미치는 인자들을 쓰시오.
8. 망의 믿음성에 영향을 미치는 인자들을 쓰시오.
9. 망의 안정성에 영향을 미치는 인자들을 쓰시오.
10. 망이 시장과 판매에서 어떻게 리용되는가?
11. 망이 재정봉사에서 어떻게 리용되는가?
12. 망이 제작공업에서 어떻게 리용되는가?
13. 망이 원격회의에서 어떻게 리용되는가?
14. 전화회사는 망을 어떻게 리용하는가?
15. 규약이 왜 필요한가?
16. 규격이 왜 필요한가?
17. 규약의 기본요소는 무엇인가?
18. 사실상규격과 권리상규격의 차이는 무엇인가?
19. ITU-T의 목적은 무엇인가?
20. ANSI의 목적은 무엇인가?
21. IEEE와 EIA의 차이는 무엇인가?
22. 세개 연단의 이름과 그 목적을 쓰시오.
23. FCC는 통신에서 무엇을 해야 하는가?

선택문제

24. _____ 는 통신교환을 관리하는 규칙이다.
    ㄱ) 매체
    ㄴ) 기준
    ㄷ) 규약
    ㄹ) 이 모든것

25. _____ 는 통보가 이동하는 물리적행로이다.
    ㄱ) 규약
    ㄴ) 매체
    ㄷ) 신호
    ㄹ) 이 모든것

26. 고장번호수와 고장으로부터 망회복시간은 망의 _____에 대한 계량지표이다.
    ㄱ) 성능
    ㄴ) 믿음성
    ㄷ) 안전성
    ㄹ) 유연성

27. 자료통신망의 성능은 _____ 에 의존한다.

ㄱ) 사용자수

ㄴ) 전송매체

ㄷ) 하드웨어와 쏘프트웨어

ㄹ) 이 모든것

28. 비루스는 망의 _____ 문제이다.

ㄱ) 성능

ㄴ) 믿음성

ㄷ) 안전성

ㄹ) 이 모든것

29. 폭풍과 같은 자연재해로부터 자료를 보호하는것은 망의 _____ 문제이다.

ㄱ) 성능

ㄴ) 믿음성

ㄷ) 안전성

ㄹ) 이 모든것

30. 어느 기관이 ISO에 대한 추천단체인가?

ㄱ) USO

ㄴ) IEEE

ㄷ) NATO

ㄹ) ANSI

31. 어느 기관이 전화통신과(V계렬) 망대면부 및 공중망(X계렬)에 대한 규격을 창조하였는가?

ㄱ) ATT

ㄴ) ITU-T

ㄷ) ANSI

ㄹ) ISO

32. 어느 기구가 통신분야에서 국가호상간 및 국제적상업전반에서 권한을 가지는가?

ㄱ) ITU-T

ㄴ) IEEE

ㄷ) FCC

ㄹ) ISO

33. _____은 새로운 기능을 검사하고 평가하며 규격화하는 특수리익단체이다.

ㄱ) 연단

ㄴ) 통제기관

ㄷ) 규격기구

ㄹ) 이 모든것

34. 어느 기관이 장치들사이의 전기적접속과 물리적자료전송규격을 개발하였는가?
ㄱ) EIA
ㄴ) ITU−T
ㄷ) ANSI
ㄹ) ISO

35. 어느 기관이 콤퓨터과학자들과 기사들로 이루어 졌으며 LAN규격을 개발하였는가?
ㄱ) EIA
ㄴ) TIU−T
ㄷ) ANSI
ㄹ) IEEE

36. 자료통신체계에서 통신되여야 할 정보는 ____ 이다.
ㄱ) 매체
ㄴ) 규약
ㄷ) 통보
ㄹ) 전송

37. _____ 는 한 과제를 여러 콤퓨터들에 분할하는것이다.
ㄱ) 분산처리
ㄴ) 분산형통보
ㄷ) 분산형전화
ㄹ) 전자통보

38. 어느 국제기관이 과학기술규격과 관계가 있는가?
ㄱ) ISO
ㄴ) OSI
ㄷ) EIA
ㄹ) ANSI

39. 규약이 자료를 100Mbps로 송신해야 한다는것을 규정한다면 이것은 _____ 문제이다.
ㄱ) 문장론
ㄴ) 의미론
ㄷ) 시간조종
ㄹ) 이중에 없음

40. 규약이 송신기주소가 통보의 첫 바이트에 있어야 한다는것을 규정할 때 이것은 _____ 문제이다.
ㄱ) 문장론
ㄴ) 의미론
ㄷ) 시간조종

ㄹ) 이중에 없음

41. 규약이 송신기의 주소가 시발원천이 아니라 가장 최근의 송신기를 의미한다는것을 규정할 때 이것은 _____ 문제이다.
   ㄱ) 문장론
   ㄴ) 의미론
   ㄷ) 시간조종
   ㄹ) 이중에 없음

42. 사실상규격과 권리상규격의 차이는 무엇인가.
   ㄱ) 사실상규격은 공식기구가 법적으로 제정한것이고 권리상규격은 그렇지 않다.
   ㄴ) 권리상규격은 공식기구가 법적으로 제정한것이고 사실상규격은 그렇지 않다.
   ㄷ) 발명회사는 전적으로 자기소유의 권리상규격을 가질수 있으며 사실상규격은 못 가진다.
   ㄹ) 권리상규격은 독점적이며 사실상규격은 아니다.

련습문제

43. 비규격화부분품을 리용하는 제품의 실례를 두가지 드시오. 규격화부분품을 쓰는 제품의 실례를 두가지 드시오.
44. 망이 어떻게 오늘의 우리 생활에서 한 부분으로 되는실례를 다섯개 드시오.
45. 망이 건물을 안전하게 하는데 어떻게 리용되는가?
46. ISO에서 제정된 규격을 세가지이상 찾으시오.
47. TIU−T에서 제정된 규격을 세가지이상 찾으시오.
48. ANSI에서 제정된 규격을 세가지이상 찾으시오.
49. IEEE에서 제정된 규격을 세가지이상 찾으시오.
50. EIA에서 제정된 규격을 세가지이상 찾으시오.
51. 이 장에서 언급되지 않은 규격기구를 두가지이상 찾으시오.
52. 사용자의 수가 망의 성능에 영향을 줄수 있는 실례를 드시오.
53. 전송매체형식이 망의 성능에 영향을 줄수 있는 실례를 드시오.
54. 하드웨어가 망의 성능에 영향을 줄수 있는 실례를 드시오.
55. 쏘프트웨어가 망의 성능에 영향을 줄수 있는 실례를 드시오.
56. 이 장에서 정의된것과 다른 망신뢰성기준을 고찰하시오.
57. 이 장에서 정의된것과 다른 망안전성기준을 고찰하시오.
58. 다음 문장에서 문장론과 의미론을 정의하시오. 《개는 자동차를 목적지까지 안전하게 몰아 갔다.》문장론적으로 정확한가? 의미론적으로 옳은가?
59. 다음 문장에서 문장론과 의미론을 정의하시오. 《사람은 자동차를 목적지까지 안전하게 몰아 갔다.》문장론적으로 정확한가? 의미론적으로 옳은가?

제2장. 기초개념

한 장치로부터 다른 장치로 자료를 어떻게 전송할것인가 하는 기술적특성을 고찰하기에 앞서 통신장치들사이의 호상관계를 리해하는것이 중요하다. 다섯가지 일반개념들이 있다.

- 회선구성
- 위상구조
- 전송방식
- 망분류
- 호상망

2. 1. 회선구성

회선구성은 둘 혹은 그이상의 통신장치들이 회선에 인입되는 방법을 의미한다. 회선은 한 장치로부터 다른 장치까지 자료를 전송하는 물리적통신통로이다. 직관적으로 어떤 련결고리는 두 점을 련결시킨 선으로 생각하는것이 제일 단순하다. 통신이 이루어 지려면 두 장치들이 같은 시간에 같은 회선에 일정한 방법으로 련결되여야 한다. 가능한 두가지 회선구성방법이 있다. 즉 점 대 점과 다중점회선이다(그림 2-1을 참고).

그림 2-1. 회선구성의 두 부류

회선구성은 회선에 통신장치들의 인입을 정의한다.

점대점

점대점회선구성은 두 장치들사이의 전용회선으로 이루어 진다. 통로의 전체 용량이 이 두 장치들사이의 전송에 의하여 보장된다. 대다수의 점대점회선구성은 두 끝을 련결시키는(실제적인) 도선 혹은 케블을 리용하거나 혹은 위성회선들처럼 다른 선택도 할수 있다(그림 2-2를 참고). 우리가 적외선원격조절로 텔레비죤통로를 바꾸려 할 때 원격조절기와 텔레비죤체계사이의 점대점회선구성이 이루어 진다.

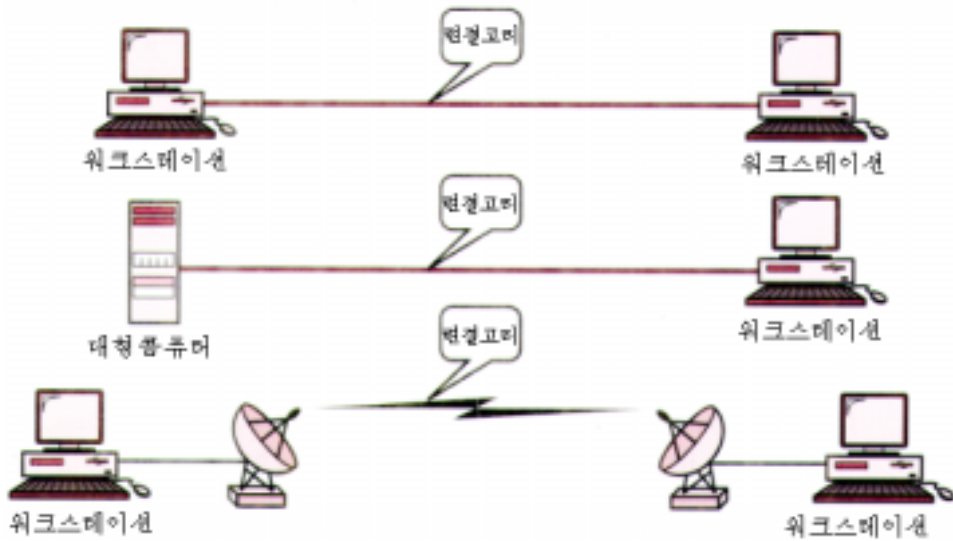



그림 2-2. 점대점회선구성

다중분기

다중분기(다분기선이라고도 부른다.) 회선구성은 둘이상의 일정한 장치들이 단일회선을 공유하려는 경우이다(그림 2-3을 참고).

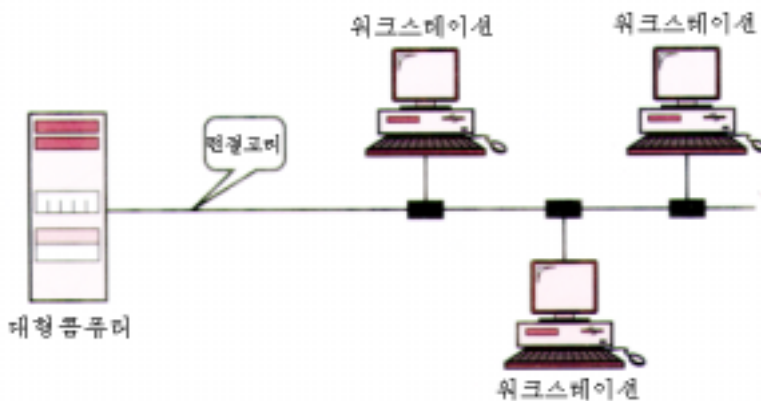



그림 2-3. 다중분기회선구성

다중분기구성에서 통로용량은 공간적으로 혹은 시간적으로 공유된다. 만일 여러 장치들이 동시에 회선을 리용할수 있다면 공간적으로 공유한 회선구성이다. 사용자들이 순회하여야 한다면 그것은 시간공유회선구성이다.

2. 2. 위상구조

위상구조란 망이 물리적으로, 론리적으로 배치되는 방법을 말한다. 둘 혹은 그이상의 장치가 한 회선에 련결되며 둘 또는 그이상의 회선들이 위상구조를 이룬다. 망의 위상구조는 모든 회선들과 서로 련결되는 장치들의 호상관계에 대한 기하학적표현이다. 다섯가지 가능한 기본위상구조가 있다. 즉 그물형, 별형, 나무형, 모선형, 고리형(그림 2−.4를 참고)이다.

그림 2−4. 위상구조의 분류

위상구조는 망에서 회선들의 물리적, 론리적배치로 정의한다.

이 다섯가지 표식은 그것들의 물리적배렬이라기보다는 망에서 장치들이 어떻게 서로 련결되였는가를 설명하는것이다. 례하면 별형위상구조는 망에서 모든 콤퓨터들이 별형형태로 중심둘레에 물리적으로 배치되여야 한다는것을 의미하지는 않는다. 위상구조를 선택할 때 고려하여야 할 점은 선로에 련결되는 장치들의 상대적인 상태이다. 두가지 가능한 련관관계가 있다. 즉 동등−동등(여기서는 장치들이 같이 회선을 공유한다.)과 1차−2차(여기서는 한 장치가 통신량을 조종하고 다른 장치들은 그것을 통해서만 전송하여야 한다.)이다. 고리형과 그물형은 동등−동등관계경우가 보다 편리하고 한편 별형과 나무형은 1차−2차관계가 편리하며 모선형은 두 경우에 다 편리하다.

그물형

그물형위상구조방식에서는 모든 장치들이 매 다른 장치들과 점대점전용회선을 가진다. 전용이라는 술어는 그 회선이 그것을 련결시키는 두 장치들사이에서만 의미한다. 따라서 완전히 련결된 그물형위상구조는 n개의 장치를 련결시키기 위하여 $n(n-1)/2$개의 물리적통로가 필요하다. 망에서 매 장치들은 많은 련결고리들을 수용하기 위하여 $n-1$개의 입구/출구(I/O)포구를 가져야 한다(그림 2−5를 참고).

그물형은 다른 망위상구조들보다 여러가지 우점들이 있다.

첫째로, 전용회선사용은 매 련결이 회선을 공유하여야 할 때 발생하는 통신량문제가 제기되지 않는다.

둘째로, 그물형위상구조는 로바스트적이다. 만일 한 회선이 리용되지 않는다 하여도

전체 체계를 무능력하게 하지 못한다.

다른 우점은 은페 혹은 보안이다. 매 통보문이 전용회선을 따라서 이동할 때 주목된 수신측만이 그것을 받는다. 물리적경계는 다른 사용자들이 통보문에 접근하지 못하게 한다. 마지막으로 점대점회선에서 결함식별과 결함분리는 쉽다. 의문되는 문제들을 가진 회선들은 피해 질수 있게 통신량이 조종된다.

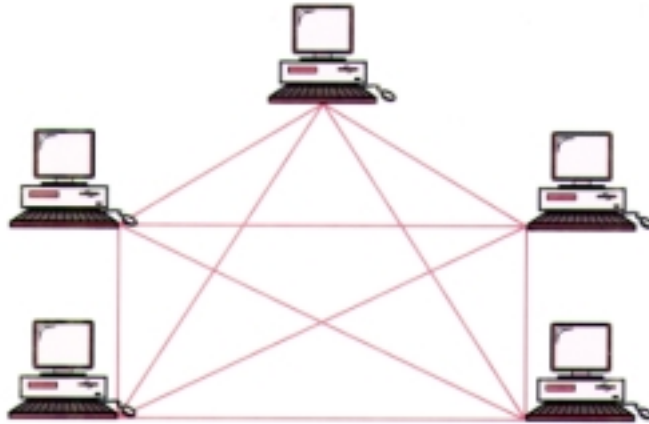



그림 2-5. 완전련결그물형구조(다섯개장치의 경우)

이 편리성은 망통보문이 결함의 정확한 위치를 찾아 내고 그것의 원인과 해결방도를 찾을수 있게 한다.

그물형의 주요결함은 요구되는 케블량과 I/O포구의 수가 많은것이다.

첫째로, 매 장치는 모든 다른 장치들과 련결되여야 하기때문에 설치와 재구성이 어렵다. 둘째로, 순수 배선만도 실지 가능한 공간보다 클수 있다. 마지막으로 매 회선(I/O포구와 케블)을 련결시키는데 요구되는 장치가 아주 비싸다. 이때문에 그물형위상구조는 보통 제한된 형식 례하면 여러 다른 위상구조들을 포함할수 있는 혼성망의 주콤퓨터들을 련결시키는 중추로서 실현된다.

실례 2. 1

어느 한 회사에서는 완전련결그물형위상구조에 8개의 장치를 리용하였다. 요구되는 케블회선개수를 계산하시오.

풀이

완전련결그물형위상구조에서 회선개수에 대한 식은 $n(n-1)/2$이다. 여기서 n은 장치의 개수이다.

회선의 개수=$n(n-1)/2=8(8-1)/2=28$,　장치당 포구의 개수= $n-1=8-1=7$

별형

별형위상구조에서 매 장치는 보통 집선기(hub)라고 부르는 중앙조종기와만 점대점전용련결선을 가진다. 그 장치들은 서로 직접 련결되지 않는다. 그물형식과는 달리 별형위상구조는 장치들사이에서 직접적인 통과를 허락하지 않는다. 조종기는 교환기로 작용한다. 만일 한 장치가 다른 장치에 자료를 보내려 한다면 조종기에 자료를 보내고 다음 련결된 다른 장치에 자료를 중계한다(그림 2−6참고).

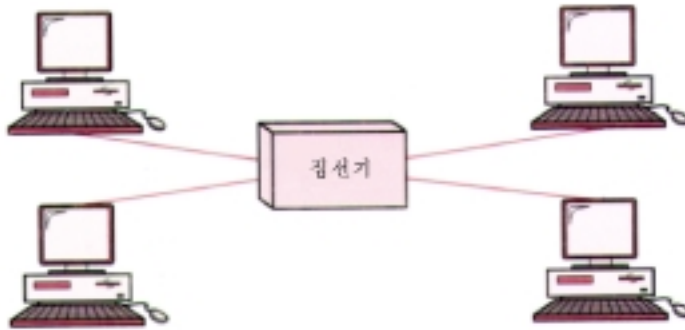



그림 2−6. 별형배치

별형위상구조는 그물위상구조보다 눅다. 별형에서 매 장치는 임의의 개수의 다른 장치와 련결시키기 위하여 하나의 고리와 하나의 I/O포구만을 요구할뿐이다. 이 요인은 설치 및 재구성을 쉽게 한다. 설치되는 케블길이가 작으며 보통 이동, 제거는 집선기 하나의 련결에 해당된다.

다른 우점은 로바스트성이다. 만일 하나의 고리가 고장나면 그 고리만 영향을 받는다. 모든 다른 고리들은 동작을 계속한다. 이 요인은 결함확인과 결함분리를 쉽게 한다. 집선기가 작업하는 한 고리문제들을 감시하고 결함 있는 고리들을 우회하는데 그것을 리용할수 있다.

그러나 별형이 그물형보다 길지 않은 케블을 요구한다 하더라도 매 매듭은 중심집선기까지는 련결되여야 한다. 이때문에 일부 다른 위상구조(나무형, 고리형, 모선형)에서보다 같은 별형에서 많은 케블이 요구된다.

나무형

나무형위상구조는 별형의 변종이다. 별형에서처럼 한 나무에서 마디점들은 망에 대한 통신량을 조종하는 중심집선기에 련결된다. 그러나 매 장치는 직접 중심집선기에 련결되지 않는다. 장치들의 대다수는 중심집선기에 차례로 련결되는 2차집선기에 련결된다(그림 2−7).

나무에서 중심집선기는 능동집선기이다. 능동집선기는 밖으로 수신된 비트패턴을 보내기에 앞서 그것을 재발생시키는 하드웨어인 반복기를 포함하고 있다. 반복기는 21장에서 구체적으로 서술하였다. 반복기는 전송을 보장하며 신호가 전송되는 거리를 증가시킨

다. 2차집선기는 능동 혹은 피동집선기일수 있다. 피동집선기는 인입된 장치들사이의 단순한 물리적결선을 보장한다.

그림 2-7. 나무형위상구조

나무형위상구조배치의 우점과 결함은 일반적으로 별형과 같다. 그러나 2차집선기의 첨가로 하여 두가지 우점이 더 생긴다. 첫째로, 많은 장치들이 단일중심집선기에 인입될수 있고 따라서 장치들사이에서 신호가 전달되는 거리가 증가될수 있다. 둘째로, 망이 각이한 콤퓨터들로부터 통신을 중단하고 우선권순위를 정할수 있게 한다. 실례로 하나의 2차집선기에 인입된 콤퓨터가 또 다른 2차집선기에 결속된 콤퓨터전체보다 높은 우선권을 받을수 있다.

이 방법에서 망설계가와 조종수는 실시간자료가 망에 접근하기 위하여 기다릴 필요가 없다는것을 담보할수 있다. 나무형위상구조의 좋은 실례는 기본국의 주요케블은 가지들로 나누고 매 가지를 작은 가지들로 나누는 등의 케블텔레비죤에서 볼수 있다. 집선기들은 케블들이 나뉘여 질 때 리용된다.

모선형

앞에서의 모든 실례들은 점대점구성을 서술한다. 한편 모선형위상구조는 다중점이다. 하나의 긴 케블이 망에서 모든 장치들을 련결시키는 중추로 동작한다(그림 2-8을 참고).

마디들은 분기선들과 답브에 의하여 모선케블에 련결된다. 분기선은 장치와 주케블사이를 련결시킨다. 중간접점은 주케블에 이어 놓거나 케블외피에 구멍을 뚫어서 금속심에 접촉시키는 접속기이다. 신호가 중추를 따라서 흐를 때 그 에네르기의 일부가 열로 변환된다. 따라서 신호는 더 멀리 갈수록 더 약화된다. 이때문에 모선이 유지하는 중간접점의 개수와 이 중간접점들사이의 거리에는 한계가 있다.

모선형위상구조의 우점은 설치가 쉽다는것이다. 중추케블의 가장 효률적인 통로를

따라 설치될수 있고 그다음 각이한 길이의 분기선들에 의하여 마디들에 련결된다. 이런 방법으로 모선형은 그물형, 별형, 나무형위상구조보다 적은 케블을 리용한다. 실례로 별형에서 같은 방안에 있는 네개의 망장치들은 집선기까지 모두 4개의 케블을 요구한다. 모선형에서는 이 중복이 무시된다. 유일하게 중추케블이 전체 설비에 걸쳐서 늘여 진다. 매 분기선은 중추의 제일 가까운 점에 이어 져야 한다.

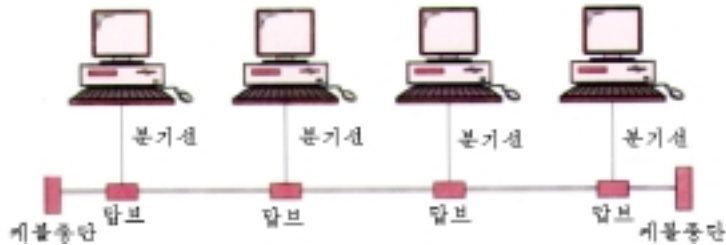



그림 2-8. 모선형배치

결함은 재구성과 고장격리가 곤난한것이다. 모선은 보통 설치때 최대로 유효하도록 설계된다. 따라서 새로운 장치를 증설하는것은 곤난할수 있다. 우에서 언급한것처럼 중간 접점에서 신호반사는 질을 떨굴수 있다. 이 감쇠는 주어 진 케블의 길이에 련결되는 장치들의 개수를 제한하고 공간을 두는것으로 조절할수 있다. 따라서 첨가되는 새로운 장치들은 중추의 변화와 교체를 요구할수 있다.

첨부하여 모선형케블에서 결합과 끊어짐은 문제가 없는 같은쪽에 있는 장치들사이에서도 모든 전송이 중지된다. 손상된 부분은 원래 방향으로 신호를 다시 반사시키고 량쪽 방향에서 잡음을 발생시킨다.

고리형

고리형위상구조에서 매 장치는 그것과 린접한 두 장치사이에서만 점대점전용회선구성을 하고 있다. 신호는 목적지에 이를 때까지 장치에서 장치에로 한 방향으로 고리를 따라 통과한다. 고리에서 매 장치는 반복기를 포함한다. 한 장치가 다른 장치로 보내려는 신호를 받았을 때 그것의 반복기는 비트들을 재생하고 그것을 다시 전달한다(그림 2-9를 참고).

고리형은 상대적으로 쉽게 설치할수 있고 재구성할수 있다. 매 장치는 그것의 바로 이웃과만 련결된다(물리적으로나 론리적으로). 장치를 첨부시키거나 삭제시키기 위하여서는 두 접속선만 이동할 필요가 있다. 구속되는것은 매체와 통신량문제일뿐이다(최대고리길이와 장치들의 개수). 또한 고장분리도 단순하다. 일반적으로 고리에서 신호는 항상 돌아 간다. 만일 한 장치가 일정한 주기안에서 신호를 받지 못하였다면 경보를 내보낼수 있다. 경보는 문제내용과 그것의 위치를 망조작자에게 알린다.

그러나 한방향성통과는 결함으로 된다. 단순고리에서 고리파손(동작을 못하는 국과 같은)은 전체 망을 금지시킨다. 이 약점은 2중고리를 리용하거나 파손을 회복할수 있고

교환기로 해결될수 있다.

그림 2-9. 고리형배치

실례 2.2

실례 2.1에서의 장치가 그물형의 대신에 고리형으로 구성되였다면 얼마의 케블련결고리가 요구되는가.

풀이

고리형배치는 3개 장치를 련결하기 위하여 3개 케블련결고리가 필요하다. 8개 장치의 고리는 8개의 케블련결고리를 요구한다.

혼성위상구조

흔히 큰 규모위상구조의 경우에 많은 여러개의 각이한 위상구조 부분망들을 조합한다. 례컨대 한 기관이 다른 기관과 고리형을 취할 때 모선형을 리용하기로 결정할수 있다. 또 다른 두 기관들을 별형구조의 중심조종기를 통하여 서로 련결될수 있다(그림 2-10을 참고).

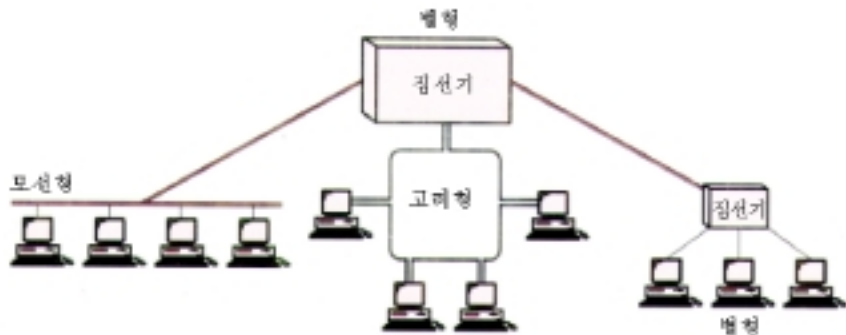



그림 2-10. 혼성형배치

2. 3. 전송방식

전송방식이란 술어는 서로 련결된 두 장치들사이에서 신호전달의 방향을 정의하는데 리용된다. 전송방식에는 세가지 형태가 있는데 단순형, 반2중형, 전2중형이다(그림 2-11을 참고).

그림 2-11. 전송방식

한방향

한방향방식에서 통신은 단선도로의 거리처럼 한 방향이다. 고리에서 두개 국가운데서 하나만이 송신할수 있다. 다른것은 수신만 할수 있다(그림 2-12).

그림 2-12. 한방향

전송방식이라는 술어는 두 장치들사이의 정보흐름방향을 의미한ㅣ·.

건반과 일반감시는 한방향장치에 대한 실례로 된다. 건반은 입구만 할수 있고 감시기는 출구자료를 받아 들일수만 있다.

반2중형

반2중형에서 매국은 송신도 수신도 할수 있으나 같은 시간에는 못한다. 한 장치가 보낼 때 다른 장치는 받기만 할수 있으며 그 반대도 성립한다(그림 2-13참고).

반2중형방식은 두 방향통과를 할수 있는 하나의 좁은 길과 같다. 차들이 한 방향으로 달릴 때 다른 방향으로 갈 차들은 대기하여야 한다. 반2중형전송에서 통로의 전체 용

량은 두 장치가운데서 송신하고 있는 어느 하나가 차지한다.

walkie-takies와 CB(citizen's band)라지오들은 둘다 반2중형체계이다.

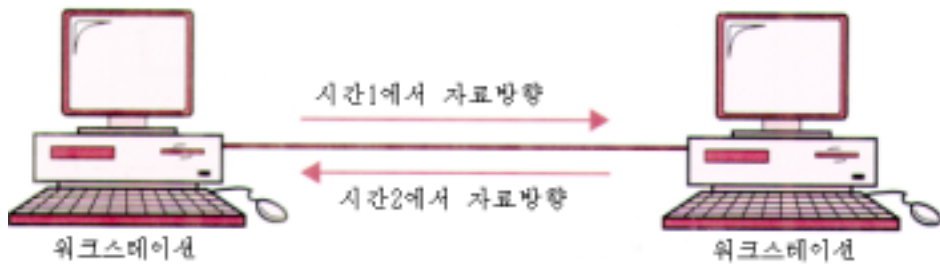



그림 2-13. 반2중형

전2중형

전2중형에서는 두 국이 동시에 송신과 수신을 할수 있다(그림 2-14를 참고).

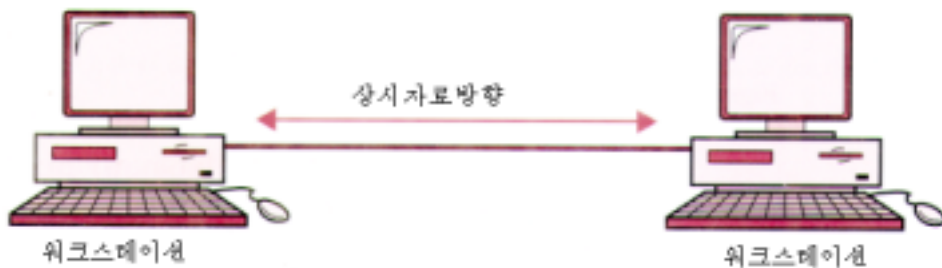



그림 2-14. 전2중형

전2중형방식은 같은 시간에 두 방향으로 통과할수 있는 두 방향거리와 같다.

전2중형방식에서는 두 방향으로 흐르는 신호들이 고리의 능력을 공유한다. 이 공유는 두 방법으로 진행한다. 고리가 하나는 보내고 다른것은 받는 물리적으로 분리된 두 전송통로를 가지고 있거나 통로의 용량이 서로 반대방향으로 지나는 신호들사이에서 나뉘여 져야 한다.

전2중형통신의 일반적인 실례는 전화망이다. 두 사람이 전화회선으로 통신하고 있을 때 둘은 같은 시간에 말하고 듣는다.

2. 4. 망분류

오늘날 망에 대하여 말할 때 일반적으로 세가지로 분류할수 있는데 즉 국부망, 도시망, 광지역망이다. 망이 어느 부류에 속하는가 하는것은 규모, 소유권, 그것이 포괄하는 거리, 물리적구조에 의하여 결정된다(그림 2-15참고).

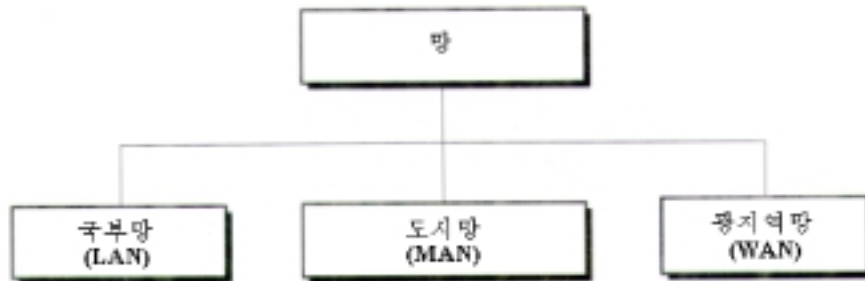



그림 2−15. 망분류

국부망(LAN)

국부망(LAN)은 보통 개인적으로 소유하며 사무실, 기관 혹은 구내장치들을 련결한다(그림 2−16을 참고). 기구의 요구와 사용되는 기술의 형태에 따라 LAN은 일부 사람들의 가정에서 두개의 PC와 인쇄기로 단순하게 될수도 있으며 회사전체에 확장하여 음성, 확장비데오주변장치를 포함할수도 있다. 현재 LAN은 몇 km로 제한된다.

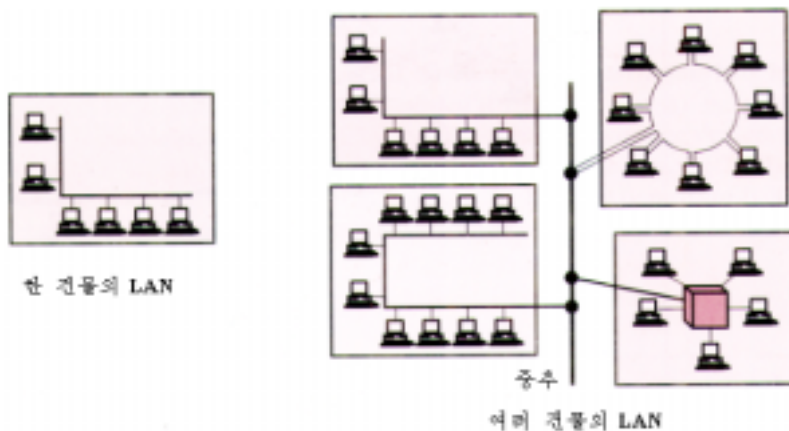



그림 2−16. LAN

LAN은 개인용콤퓨터 혹은 작업장사이에서 자원이 공유되게 하도록 설계된다. 공유되는 자원은 하드웨어와 쏘프트웨어 혹은 자료일수 있다. 많은 업무환경에서 찾게 되는 공통적인 실례는 관련과제콤퓨터의 작업그룹 레컨대 산업용워크스테이션들 혹은 은행계산 PC들을 결합하는것이다. 콤퓨터 하나는 대용량디스크구동기를 가지고 있을수 있으며 다른 의뢰기들의 봉사기로 될수 있다. 쏘프트웨어는 이 중앙봉사기에 기억될수 있으며 전체 그룹이 요구할 때마다 사용할수 있다. 이 실례에서 LAN의 규모는 쏘프트웨어의 사용자수에 대한 제한을 주거나 조작체계에 접근할수 있도록 허가를 받는 사용자수에 대한 제한으로 결정될수 있다.

그밖에 LAN들은 전송매체와 위상구조에 의하여 서로 구별된다. 일반적으로 주어 진

LAN은 한가지형태의 전송매체만 리용할수 있다. 가장 공통적인 LAN위상구조는 모선형, 고리형, 별형이다.

일반적으로 LAN들은 4～6Mbps대역의 자료속도를 가지고 있다. 그러나 오늘날 속도는 증가하고 있으며(100Mbps에 이를수 있다) 기가바이트체계가 개발중에 있다. LAN들은 12장에서 구체적으로 서술한다.

도시망(MAN)

도시망(MAN)은 전체 도시에 확장하도록 설계된다. 그것은 유선텔레비죤망과 같은 단일망이거나 장치 대 장치는 물론 LAN대LAN 형식으로 자원을 공유할수 있는 대규모망으로 많은 LAN들을 결합하는 수단일수 있다. 실례로 한 회사는 도시전체에 있는 자기의 모든 LAN들을 련결하기 위하여 MAN을 리용할수 있다(그림 2-17을 참고).

그림 2-17. MAN

MAN은 개별회사가 완전히 소유하고 운영할수 있으며 국부전화회사와 같이 공공회사가 제공하는 봉사일수 있다.

대다수 전화회사들은 수Mbit자료교환봉사기(SMDS)라고 부르는 공공MAN봉사를 제공한다. 그것은 13장에서 서술하였다.

광지역망(WAN)

광지역망은 한 나라, 한 대륙, 지어 전 세계를 포함할수 있는데 지리적으로 큰 지역전체에 대하여 자료, 음성, 화상, 비데오정보의 장거리전송을 보장한다(그림 2-18을 참고).

LAN들에 비하여(그것은 자체소유의 하드웨어에 의하여 전송된다.) WAN들은 공공, 임대, 통신장치들을 리용할수 있고 보통은 그것을 결합하여 리용할수도 있으므로 거리상 제한이 없다.

그림 2-18. WAN

단독회사가 전적으로 소유하고 운영하는 WAN은 흔히 련합기업망이라고 한다.

2. 5. 호상망

둘 혹은 그이상의 망이 결합될 때 그것들은 호상망(internet)으로 된다(그림 2-19을 참고). 그림에서 R기호가 붙은 통은 경로조종기들이다. 개별적인 망들은 결합장치를 리용하여 호상 망에 련결된다. 경로조종기와 관문을 비롯한 결합장치들은 21장에서 서술하였다. 소문자로 시작한 internet와 대문자로 시작한 Internet를 혼돈하지 말아야 한다. 첫번째것은 망들의 호상결합을 의미하는데 리용되는 일반술어이다. 두번째것은 전 세계적인 망의 이름이다.

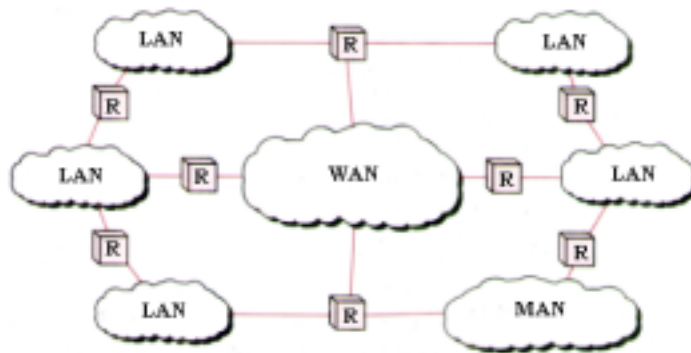



그림 2-19. 호상망(internet)

2. 6. 실마리어

고리형	마디
그물형위상구조	모선형위상구조
광지역망	다중분기선구성
동등대동등관계	단순형
나무형위상구조	도시망(MAN)
능동집선기	반2중형

별형위상구조
전2중형방식
점대점회선구성
중추
집선기
피동집선기

호상망
혼성위상구조
위상구조
1차-2차관계
2중형방식

2. 7. 요 약

- 회선구성은 통신장치들과 통신통로사이의 관계를 정의한다.
- 점대점회선구성에서 두개의 장치가 전용회선으로 련결된다.
- 다중분기선구성에서 셋 혹은 그이상 장치들은 회선을 공유한다.
- 위상구조는 물리적 혹은 론리적망배치와 관련된다. 장치들은 그물형, 별형, 모선형, 고리형 혹은 혼성위상구조로 배치될수 있다.
- 두 장치들사이의 통신은 세가지 전송방식에서 하나로 진행될수 있다. 즉 한방향, 반2중형, 전2중형이다.
- 한방향전송은 자료가 한방향으로만 흐른다는것을 의미한다.
- 반2중형전송은 자료가 쌍방향으로 흐르지만 동시에 진행되지 못한다.
- 전2중형전송은 동시에 쌍방향으로 자료가 전송된다.
- 망은 국부망(LAN), 도시망(MAN), 광지역망(WAN)으로 분류할수 있다.
- LAN은 한 건물, 공장, 구내, 린접건물들사이에서의 자료통신체계이다.
- MAN은 소도시 혹은 도시규모지역전체에 대한 자료통신체계이다.
- WAN은 나라, 대륙, 전 세계에 이르는 자료통신체계이다.
- 호상망은 망들의 호상결합이다.

2. 8. 련습

복습문제

1. 위상구조는 회선구성과 어떻게 관련되는가?
2. 세가지 전송방식을 정의하시오.
3. 망위상구조의 매 형태와 우점을 설명하시오.
4. 점대점결선에 비한 다중결선의 우점은 무엇인가?
5. 통신체계가 LAN, MAN, WAN인가 아닌가를 결정하는 인자들은 무엇인가?
6. 회선구성의 두 형태는 무엇인가?
7. 다섯가지 기본망위상구조의 이름을 설명하시오.
8. 점대점관계와 1차-2차관계를 구별하시오.
9. 망위상구조의 매 형태에 대한 결함을 쓰시오.

10. 그물망위상구조를 위해서 필요한 케블련결고리개수를 주는 공식을 쓰시오.
11. 회선구성을 다섯가지 기본위상구조로 분류하시오.
12. 망에서 n개 장치의 경우에 그물형, 고리형, 모선형, 별형위상구조에서 요구되는 케블련결고리의 수를 찾는 공식을 쓰시오.
13. 중심집선기와 2차집선기사이의 차이는 무엇인가? 피동집선기와 능동집선기사이의 차이는 무엇인가. 이것들은 어떻게 호상관련되는가?
14. 모선형망위상구조의 규모에서 제한인자는 무엇인가. 여기서 중간접점을 론의하시오.
15. 망위상구조의 매 형태에 대하여 한개 케블고장의 영향을 론의하시오.
16. internet는 무엇인가? Internet는 무엇인가?

선택문제

17. 어느 위상구조가 중심조종기 혹은 집선기를 요구하는가?
    ㄱ) 그물형
    ㄴ) 별형
    ㄷ) 모선형
    ㄹ) 고리형

18. 어느 위상구조가 다중분기결선을 요구하는가?
    ㄱ)그물형
    ㄴ) 별형
    ㄷ) 모선형
    ㄹ) 고리형

19. 콤퓨터와 건반사이의 통신은 ______을 포함하는가?
    ㄱ) 단순형
    ㄴ) 반2중형
    ㄷ) 전2중형
    ㄹ) 자동형

20. 25대의 콤퓨터를 가진 망에서 어느 위상구조가 가장 값비싼 케블을 요구하는가?
    ㄱ) 그물형
    ㄴ) 별형
    ㄷ) 모선형
    ㄹ) 고리형

21. 나무위상구조는 ______위상구조의 변종이다.
    ㄱ) 그물형
    ㄴ) 별형
    ㄷ) 모선형
    ㄹ) 고리형

22. 텔레비죤방송은 ______통신의 실례이다.

ㄱ)단순형
ㄴ) 반2중형
ㄷ) 전2중형
ㄹ) 그물형

23. ______위상구조에서 망에 n개의 장치가 있다면 매 장치는 케블을 위한 $n-1$포구를 가진다.
ㄱ) 그물형
ㄴ) 별형
ㄷ) 모선형
ㄹ) 고리형

24. ______결선이 두 장치들사이의 전용회선을 보장한다.
ㄱ) 점대점
ㄴ) 다중분기
ㄷ) 1차
ㄹ) 2차

25. ______결선에서 둘이상의 장치로 단순회선을 공유한다.
ㄱ) 그물형
ㄴ) 별형
ㄷ) 모선형
ㄹ) 고리형

26. ______전송에서 통로능력은 항상 량쪽에서 통신하고 있는 장치들이 공유한다.
ㄱ) 단순형
ㄴ) 반2중형
ㄷ) 전2중형
ㄹ) 반단순형

27. 런던에 본부를 둔 Mackenzie publishing과 아시아, 유럽, 북아메리카에 있는 지사들은 대체로 ______로 련결되여 있다.
ㄱ) LAN
ㄴ) MAN
ㄷ) WAN
ㄹ) 여기에 없다

28. BAF plumbing은 두 워크스테이션과 하나의 인쇄기로 구성된 망을 가지고 있다. 이것은 대체로 ______이다.
ㄱ) LAN
ㄴ) MAN
ㄷ) WAN
ㄹ) 여기에 없다

29. 어느 위상구조가 점대점회선구성을 하고 있는가?

ㄱ) 그물형
ㄴ) 고리형
ㄷ) 별형
ㄹ) 우의 모두

30. ______고리련결에서 통신량은 련결된 두 장치들사이에만 있다.
ㄱ) 2차
ㄴ) 1차
ㄷ) 전용
ㄹ) 우에는 없다

31. 그물형위상구조에서 한 장치와 다른 장치사이의 관계는 ______이다.
ㄱ) 1차 대 동등
ㄴ) 1차 대 2차
ㄷ) 동등 대 1차
ㄹ) 동등 대 동등

32. ______위상구조에서 케블파손은 모든 전송을 중지시킨다.
ㄱ) 그물형
ㄴ) 모선형
ㄷ) 별형
ㄹ) 1차형

33. 다중집선기를 포함하는 망은 ______위상구조로 구성되는것이 제일 좋다.
ㄱ) 그물형
ㄴ) 나무형
ㄷ) 모선형
ㄹ) 별형

34. 보안과 은페는 ______위상구조에서 문제가 적다.
ㄱ) 그물형
ㄴ) 나무형
ㄷ) 모선형
ㄹ) 별형

련습문제

35. 그물형위상구조에 여섯개의 장치가 배치되였다고 가정하자. 몇개의 케블이 요구되는가? 매 장치에 대하여 몇개의 포구가 요구되는가?
36. 그림 2-20에 있는 위상구조의 형태를 정의하시오.
37. 그림 2-21에 있는 위상구조의 형태를 정의하시오.
38. 그림 2-22에 있는 형태를 정의하시오.
39. 그림 2-23에 있는 형태를 정의하시오.
40. 그림 2-24에 있는 형태를 정의하시오.

그림 2-20. 문제 36

그림 2-21. 문제 37

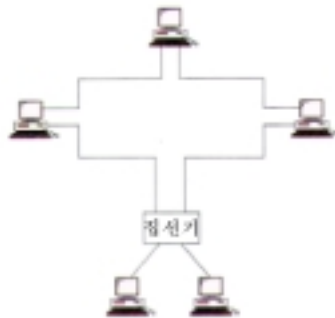



그림 2-22. 문제 38

그림 2-23. 문제 39

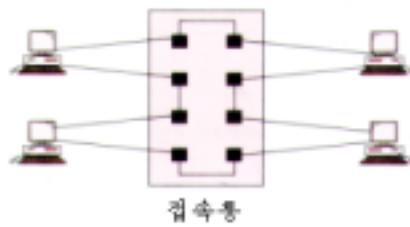



그림 2-24. 문제 40

41. 그림 2−25에 있는 망들중 어느것이 고리형인가?

그림 2−25. 문제 41

42. 다음의 네개 망의 매 경우에 대하여 결선이 고장났을 때의 그 후과를 서술하시오.
   ㄱ) 그물형위상구조로 배치된 다섯대 장치
   ㄴ) 별형위상구조로 배치된 다섯대 장치(집선기는 계산하지 않는다.)
   ㄷ) 모선형위상구조로 배치된 다섯대 장치
   ㄹ) 고리형위상구조로 배치된 다섯대 장치

43. 별형중추의 세개의 고리형망을 가진 혼성위상구조를 그리시오.
44. 고리형중추 두개의 모선망을 가진 위상구조를 그리시오.
45. 두개의 고리형중추를 련결하는 모선형중추로 된 혼성위상구조를 그리시오. 매 고리형중추는 세개의 별형망을 련결한다.
46. 두개의 모선형중추를 련결하는 별형중추는 혼성위상구조로 련결되여야 한다.
47. 한 망이 세개의 콤퓨터를 포함한다. 만일 이 망에 네개 케블만 있다면 어느 위상구조를 사용하겠는가?
48. 위상구조형태에 따라 맞추시오(매개는 하나이상의 위상구조에 적응할수 있다.).
   ㄱ) 새로운 장치는 쉽게 보충될수 있다.
   ㄴ) 조종은 중심장치를 통하여 한다.
   ㄷ) 전송시간은 비목적지마디들을 통하여 자료를 중계하는데 소비된다.

49. 현재 다섯대의 망에 새로 두 대의 장치를 증설한다고 하자. 만일 그물형위상구조를 가지고 있다면 얼마나 많은 새 케블이 요구되는가? 그러나 장치가 고리형으로 배치되였다면 얼마나 많은 케블이 요구되는가?
50. 다섯대의 콤퓨터가 다중분기구성의 공통케블에 련결되였다. 케블은 초당 100,000bit만 전송할수 있다. 만일 모든 콤퓨터들이 자료를 전송하고 있다면 매 콤퓨터의 평균자료속도는 얼마인가?
51. 한 집단이 다른 집단에 국부전화호출을 하였을 때 점대점회선구성인가 혹은 분기선구성인가?
52. 어느 전송방식이 다음의것과 비교될수 있는가? 그 답변을 증명하시오.
   ㄱ) A와 B사이의 열기띤 론쟁
   ㄴ) 콤퓨터대모니터 결선
   ㄷ) A와 B사이의 은근한 대화
   ㄹ) 텔레비죤방송
   ㅁ) 가역식통근항로
   ㅂ) 십자형출입문

제3장. OSI모형

1947년에 창설된 국제규격화기구(ISO)는 국제규격에 대한 전 세계적협의에 이바지하는 다민족기구이다. 망통신의 모든 면을 포괄하는 ISO규격은 열린체계호상련결(OSI)모형이다. 열린체계란 임의의 서로 다른 두 체계가 그것들의 내부구조에 관계없이 통신할수 있게 하는 모형이다. 판매자의 특정한 규약들은 관련이 없는 체계들사이의 통신이 진행되지 못하게 한다.

OSI모형의 목적은 기초하드웨어와 쏘프트웨어의 론리적변화를 요구함이 없이 서로 다른 체계들사이에 통신을 보장하는것이다. OSI모형은 규약이 아니다. 그것은 유연하고 로바스트적이며 호상리용할수 있는 망구조를 리해하고 설계하기 위한 모형이다.

ISO는 국제기구이다. OSI는 모형이다.

3. 1. 모 형

열린체계호상련결모형은 모든 형태의 콤퓨터체계에 거쳐서 통신이 가능하게 하는 망체계설계를 위한 층형구성방식이다. 이 모형은 련관되면서도 분리된 일곱개 층으로 구성되였는데 매개 층은 망을 통하여 정보를 보내는 과정의 한 토막을 정의한다. OSI모형의 기본원리를 리해하는것은 자료통신에 대한 연구를 하는데서 중요한 기초로 된다(그림 3-1을 참고).

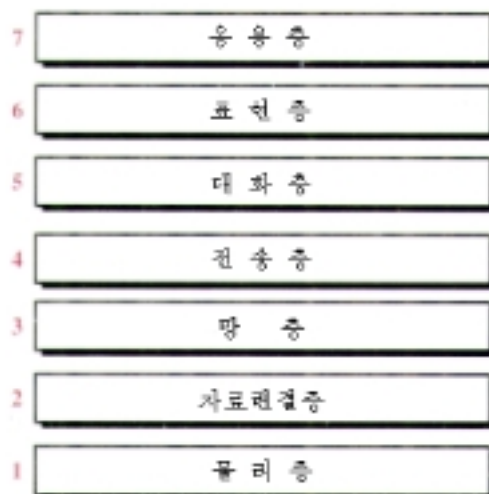



그림 3-1. OSI모형

층형구성방식

OSI모형은 일곱개 순서층으로 구성되였다. 즉 물리층(1층), 자료련결층(2층), 망층(3층), 전송층(4층), 대화층(5층), 표현층(6층), 응용층(7층)이다. 그림 3-2는 통보문이 장치 A로부터 B로 전송될 때 포함되는 층들을 보여 준다. 통보문이 A로부터 B로 전송될 때 그것은 많은 중간마디들을 통과할수 있다. 모형을 개발할 때 설계가들은 자료전송과정을 가장 기본적인 요소들로 추려 냈다. 그들은 망을 리용할 때 어느 기능이 련관되였는가를 식별하고 이 기능들을 층별로 묶어 놓았다. 매층은 다른 층의 기능과 구별되는 기능모임을 정의한다. 이런 방식으로 기능성을 정의하고 분할함으로써 종합적이고 유연한 구조를 창조하였다.

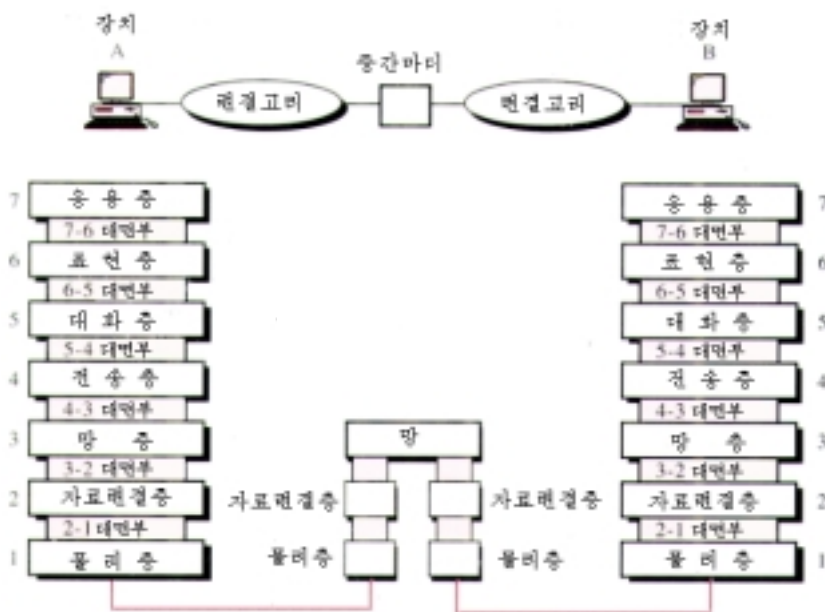



그림 3-2. OSI층형구성방식

제일 중요한것은 OSI모형이 다른 비호환성체계들사이에서 완전한 투명성을 허락한것이다.

> OSI모형은 일곱개층으로 구성되였다. 즉 물리층, 자료련결층, 망층, 전송층, 대화층, 표현층, 응용층.

동등과정들

단일 집단안에서 매층은 바로 밑의 층의 봉사를 받는다. 실례로 3층은 2층이 보장

하는 봉사를 리용하며 4층 봉사를 보장한다. 장치들사이에서 한 장치의 x층은 다른 장치의 x층과 통신한다. 이 통신은 규약이라고 부르는 일련의 협의된 규칙들과 협약들의 일치된 통제를 받는다. 주어 진 층에서 통신하는 매 장치에서의 과정들은 동등관계과정이라고 부른다. 따라서 장치들사이의 통신은 주어 진 층에 적당한 규약들을 리용하는 동등관계과정이다.

물리층에서 통신은 직접적이다. 장치 A는 장치 B에 비트렬을 보낸다. 그러나 높은 층들에서 통신은 장치 A에 있는 층들을 통하여 내려 오고 장치 B까지 가서 그다음 층들을 통하여 올라 가야 한다. 송신장치의 매층은 자기 웃층에서 받은 통보문에 자기자체정보를 덧붙여서 자기 아래층에 전체 파케트를 보낸다. 이 정보는 머리부 혹은 꼬리부(자료파케트의 시작과 끝에 덧붙이는 조종단의)의 형태로 통보문에 합해 진다. 꼬리부는 2층에서 합해 진다.

> 머리부들은 6, 5, 4, 3, 2층에서 자료에 합해 진다. 꼬리부는 2층에서만 합해 진다.

1층에서 전체 파케트는 수신장치에 전송할수 있는 형태로 분할된다. 수신장치에서 통보문은 매 과정에 층마다에서 포장이 풀리며 해당한 자료는 받고 처리한다. 실례로 2층은 자기층에 해당한 자료를 처리하고 3층에 그 나머지를 보낸다. 3층은 그에 해당한 자료를 처리하고 4층에 나머지를 보낸다.

층들사이의 대면부

송신기의 매층을 통하여 내려 가고 수신기의 매층들을 통하여 거꾸로 올라 가는 자료와 망정보의 흐름은 린접층들의 매쌍사이에 대면부에 의하여 진행되게 된다. 매 대면부는 한 층이 그 웃층에 보장하여야 하는 정보와 봉사가 무엇인가를 정의한다. 잘 정의된 대면부들과 층기능들은 망에 대한 모듈방식을 보장한다. 한 층이 그 웃층에 기대되는 봉사를 계속 보장하는 한 그 기능의 일부가 아래웃층들에 대한 변동을 요구하지 않고 변형되거나 교체될수 있다.

층들의 구조

일곱개 층들은 세개의 부분그룹에 속하는것으로 생각할수 있다. 1, 2, 3층인 물리층과 자료련결층, 망층은 망지원층이다. 즉 그것들은 한 장치로부터 다른 장치로 자료를 나르는 물리적측면과 관계된다(전기적기술설명서, 물리적접속, 물리적주소화, 전송시간조종, 신뢰성). 5, 6, 7층들인 대화층, 표현층, 응용층은 사용자 지원층으로 생각할수 있다. 즉 그것들은 관련되지 않는 쏘프트웨어체계들사이 호환성을 보장한다. 전송층인 2층이 단일회선에서 믿음성 있는 전송을 담보하는 한 종단대종단에서의 믿음성 있는 자료전송이 담보된다. OSI웃층들은 거의나 항상 쏘프트웨어로 실현된다. 아래층들은 거의 하드웨어적인 물리층을 제외하고 하드웨어와 쏘프트웨어의 결합이다.

그림 3-3에서 OSI층들의 전체적인 모양개념을 주었는데 L7자료는 7층에서의 자료단

위를 의미하고 L6자료는 6층에서의 자료단위를 의미한다.

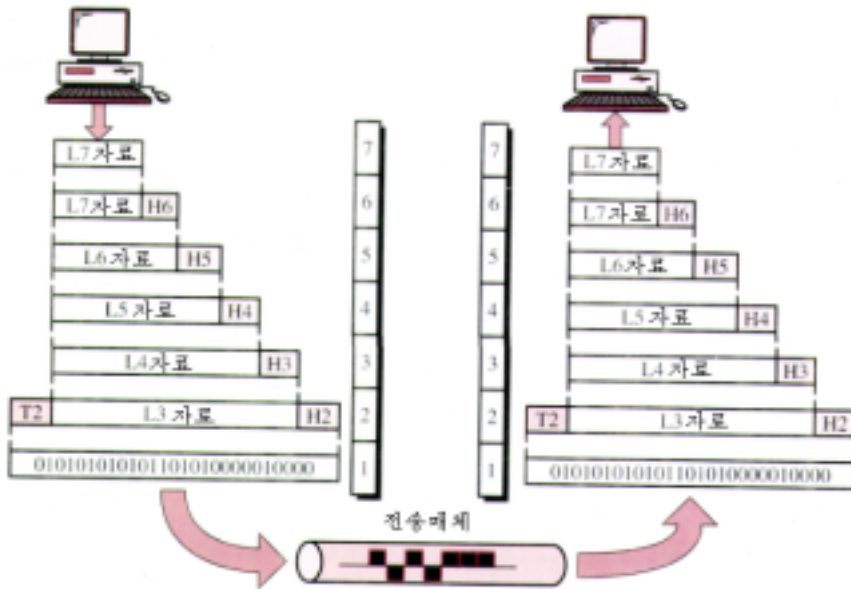



그림 3-3. OSI모형을 리용하는 교환

이런 식으로 7층에서 출발하여 순차적으로 한 층에서 다른 층으로 움직인다. 매층(7층과 1층은 제외)에서 머리부는 자료단위에 합해 진다. 물리층(1층)을 통하여 형식화된 자료단위가 통과할 때 그것은 전자기적신호로 변환되고 물리적련결고리를 따라서 전송된다. 자료가 목적지에 도달하면 신호는 1층을 지나 비트들로 다시 변형된다. 자료단위들은 OSI층들을 통하여 반대로 우로 올라 간다. 매 자료블로크가 다음 높은 층에 이를 때 해당한 송신층에서 거기에 붙였던 머리부와 꼬리부를 제거하고 그 층에 해당한 동작을 진행한다. 7층에 이르렀을 때 통보문은 다시 응용에 적당한 형태로 되고 수신측에서 리용할수 있게 된다.

3. 2. 층들의 기능

여기서는 OSI모형의 매층의 기능을 간단히 서술한다.

물리층

물리층은 물리적매체를 통하여 비트렬을 전송하도록 하는 기능들을 수행한다. 그것은 대면부의 기계적, 전기적, 기술적특성들과 전송매체들과 관련된다. 또한 물리적장치들과 대면부들이 전송이 이루어 지도록 장치들과 기능들을 정의한다. 그림 3-4에서는 전송매체와 자료련결층에 관한 물리층의 위치를 보여 주었다.

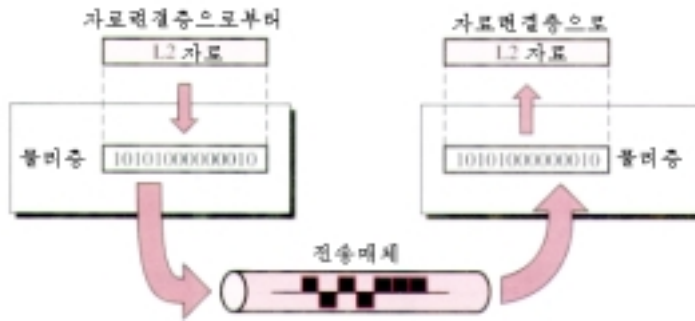



그림 3-4. 물리층

물리층은 다음의 내용을 포괄한다.

- **대면부와 매체의 물리적특성** 물리층은 장치들과 전송매체들사이의 대면부특성을 정의한다. 그것은 또한 전송매체의 형태를 규정한다(7장을 참고).
- **비트들의 표현** 물리층자료는 그 어떤 해석도 없이 비트들(0과 1들의 렬)의 렬을 구성한다. 전송하기 위하여 비트들은 신호를 전기적 혹은 광학적으로 부호화하여야 한다. 물리층은 부호화의 형태를 정의한다(0과 1들을 어떻게 신호로 변화시키겠는가.).
- **자료속도** 전송속도는 초당 송신비트수를 의미하는데 물리층에서 규정한다. 즉 물리층은 비트들의 지속시간을 규정한다.
- **비트들의 동기화** 송신기와 수신기는 비트준위에서 일치되여야 한다. 즉 송신기와 수신기박자는 일치되여야 한다.
- **회선구성** 물리층은 매체와 장치들의 접속을 실현한다. 점대점구성에서 두 장치들은 전용회선을 통하여 련결된다. 다중분기구성에서 련결고리는 여러 장치들사이에 공유된다.
- **물리적위상구조** 물리적위상구조는 망을 구성하기 위하여 장치들이 어떻게 접속되여야 하는가를 규정한다. 장치들은 그물형(매 장치가 서로 다른 장치와 련결된다.), 별형(장치들이 중심장치를 통하여 련결된다.), 고리형(매 장치가 고리를 형성하면서 다음 장치에 련결된다.), 모선형(매 장치가 공통련결고리에 련결된다.)으로 접속된다.
- **전송방식** 물리층은 또한 두 장치들사이의 전송방향을 규정한다. 즉 한방향형, 반2중형, 전2중형이다. 한방향방식에서 한 장치는 보내기만 한다. 다른 장치는 받기만 한다. 한방향방식은 한방향통신이다. 반2중형방식에서는 두 장치가 보내고 받을수 있다. 그러나 같은 시간에는 못한다. 전2중형방식(혹은 간단히 2중형)에서는 두 장치가 같은 시간에 보내고 받을수 있다.

자료련결층

자료련결층은 순수 전송설비인 물리층을 믿을수 있는 련결고리로 변형하며 마디대마

디전송을 담당하고 있다. 그것은 웃층(망층)에서 물리층이 오유가 없는것으로 보이게 한다. 그림 3-5는 자료련결층을 망층과 물리층과의 관계에서 보여 준다.

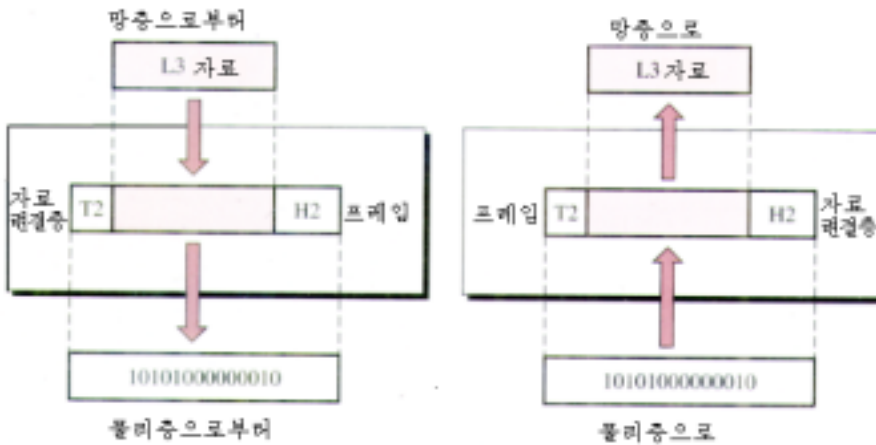



그림 3-5. 자료련결층

자료련결층의 기능은 다음과 같다.

- **프레임화** 자료련결층은 망층으로부터 받은 비트렬을 프레임이라고 부르는 관리할 수 있는 자료단위로 나눈다.
- **물리적주소화** 프레임들이 망의 다른 체계들에 전송되는것이라면 자료련결층은 송신기의 물리적주소(원천주소)와 수신기의 물리적주소(목적주소)를 지적하기 위하여 프레임에 머리부를 붙인다. 만일 프레임이 송신기가 있는 망의 바깥체계로 나가는것이라면 수신기주소는 한 망을 다음 망에 접속시키는 장치주소이다.
- **흐름조종** 수신기가 자료를 받아 들이는 속도가 송신기가 발생하는 속도보다 낮다면 자료련결층은 수신기가 자료를 받지 못하는 상태에 빠지지 않도록 흐름조종구조를 제공한다.
- **오유조종** 자료련결층은 파괴된 프레임 혹은 루실된 프레임을 검출하고 다시 전송하는 구조를 첨가하여 물리층에 믿음성을 첨부시킨다. 또한 프레임의 중복이 일어 나지 않게 한다. 오유조종은 보통 프레임의 끝에 붙은 꼬리부를 통하여 실현한다.
- **접근조종** 둘 혹은 그이상의 장치들이 같은 련결고리에 접속될 때 자료련결층규약은 어떤 주어 진 시간에 련결고리전체에 걸쳐서 어느 장치가 조종권을 가지는가를 결정해야 한다.

실례 3.1

그림 3-6에서 물리적주소 10을 가진 마디가 물리적주소 87을 가진 마디에 프레임을 보낸다. 두 마디들은 련결고리로 접속되였다. 자료련결층준위에서 이 프레임은 머리부에

물리적(련결고리)주소들을 포함한다. 이것들은 반드시 필요한 주소들이다. 머리부의 나머지 부분은 이 준위에서 요구하는 다른 정보를 포함한다. 보통 꼬리부는 오유검출에 필요한 추가비트들을 포함한다.

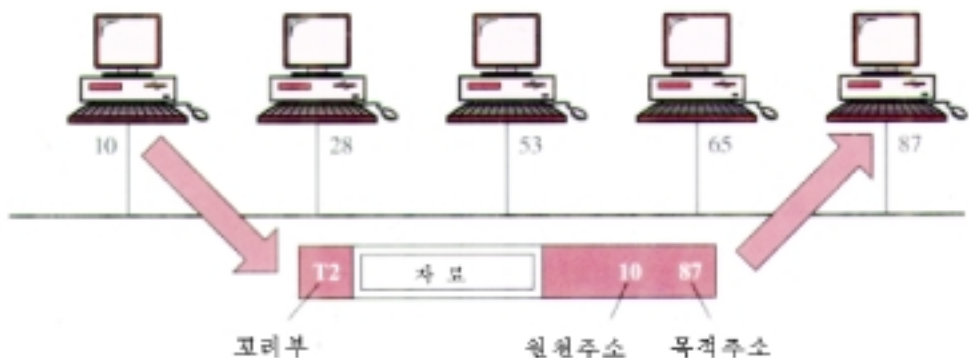



그림 3-6. 자료련결층(실례 3. 1)

망층

망층은 파케트의 원천-목적전송이 여러 망(련결고리)들을 통하여 진행되도록 하는 기능을 가진다. 자료련결층은 같은 망(련결고리들)의 두 체계들사이에서 파케트송신을 감시하는 한편 망층은 매 파케트가 시작점에서부터 마지막목적지까지 전송되도록 담보한다. 만일 두 체계들이 같은 련결고리에 접속되였다면 보통 망층에 대한 요구는 없다. 그러나 두 체계(망접속장치로 련결된)가 서로 다른 망들(련결고리들)에 부속되여 있다면 망층이 원천-목적지 송신을 완성하여야 할 필요가 있다. 그림 3-7에 망층과 자료련결층, 전송층사이의 관계를 보여 주었다.

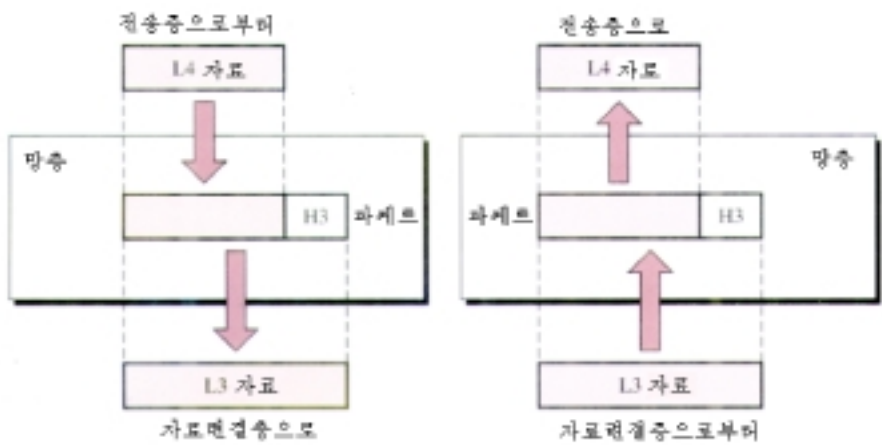



그림 3-7. 망층

망층은 다음과 같은 기능을 가진다.

- **론리적주소화** 자료련결층이 수행하는 물리적주소화는 국부적으로 주소화문제를 조종한다. 만일 파케트가 망경계를 통과한다면 원천과 목적지를 구별하기 위하여 다른 주소화체계를 필요로 한다. 망층은 웃층에서 오는 파케트에 머리부를 첨가하는데 그 머리부에는 송신자와 수신자의 론리적주소들도 있다.
- **경로조종** 독립적인 망들과 련결고리들에 호상망(망에 속한 망) 혹은 대규모망을 구성하기 위하여 서로 련결될 때 접속장치들은(경로조종기 혹은 관문이라고 부른다.) 마지막목적지까지 파케트들을 발송한다. 망층 기능중의 하나는 이 구조를 보장하는것이다.

실례 3. 2

지금 그림 3-8에서 하나의 국부망에 위치한 망주소 A와 물리적주소 10을 가진 마디로부터 다른 국부망에 위치한 망주소 P와 물리적주소 95를 가진 마디로 자료를 보내려 한다고 가정하자. 두 장치는 다른 망들에 위치하고 있기때문에 물리적주소만을 사용할수는 없다. 즉 물리적주소는 론리적관할권만을 가진다. 여기서 요구하는것은 국부망경계를 통과할수 있는 포괄적인 주소이다. 망(국부적인)주소는 이 특성을 가진다. 망층에서 파케트는 론리적주소를 포함하고 있는데 이것은 초기원천으로부터 마지막목적지까지 동일한 주소로 된다(그림에서 각각 A와 P). 이 주소는 한 망으로부터 다른 망으로 이동할 때 변하지 않는다. 그러나 물리적주소는 파케트가 한 망에서 다른 망으로 전송될 때 변화한다.

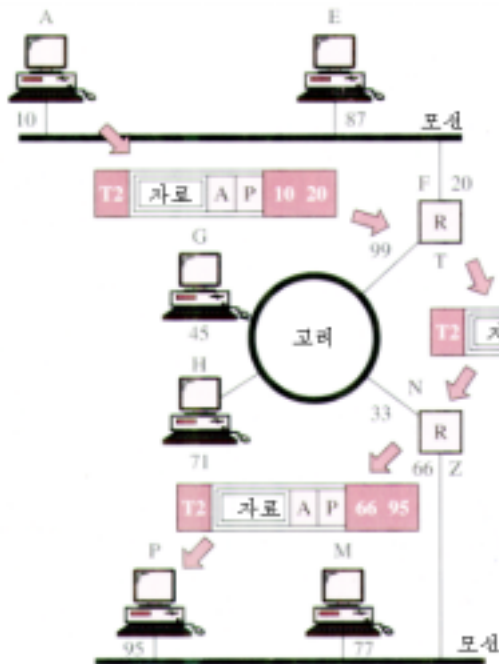



그림 3-8. 망층(실례 3. 2)

R가 붙은 통은 경로조종기인데 21장에서 론의한다.

전송층

전송층은 전체 통보문을 원천대목적지로 송신할 의무를 지니고 있다. 망층은 개별적 파케트들의 종단대종단송신은 감시하지만 파케트들사이의 관계는 인식하지 못한다. 그것은 마치도 매 부분이 분리된 통보문에 속하는것처럼 독립적으로 취급한다. 전송층은 전체 통보문이 그대로 도착하게 하고 다음에 원천대목적지준위에서 오유조종과 흐름조종을 감시한다. 그림 3-9는 전송층과 망층, 대화층사이의 관계를 보여 준다.

보안을 위하여 전송층은 두 종단포구들사이의 접속을 실현할수 있다. 그 접속은 통보의 모든 파케트들과 관련되는 원천과 목적지사이의 단일한 론리적통로이다. 하나의 접속을 실현하는것은 접속확립, 자료전달, 접속임대의 세 단계를 포함한다. 단일통로에서 모든 파케트들의 전송을 제한하기 위하여 전송층은 순서화, 흐름과 오유검출, 교정에 대한 많은 조종권을 가진다.

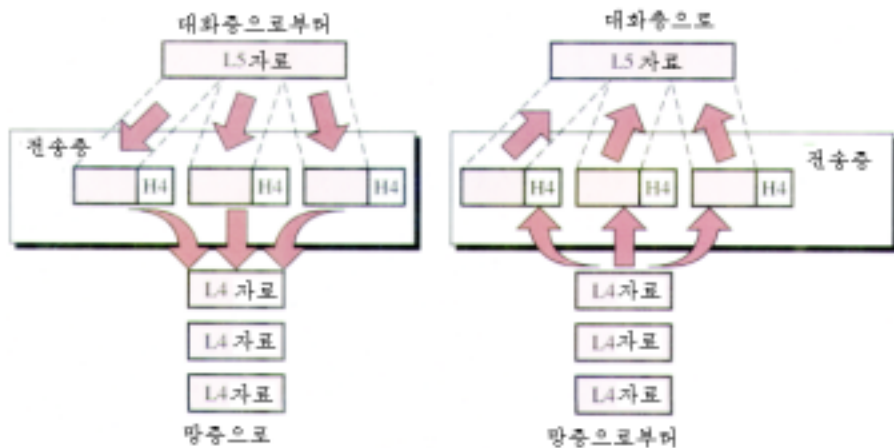



그림 3-9. 전송층

전송층은 다음과 같은 기능을 가진다.

- **봉사점주소화** 콤퓨터들은 흔히 같은 시간에 여러 프로그람을 시동시킨다. 때문에 원천대목적지까지의 송신은 한 콤퓨터로부터 다른 콤퓨터까지만이 아니라 한 콤퓨터에서 특정의 과정들(기동하는 프로그람)로부터 다른 콤퓨터의 특정한 과정(기동하는 프로그람)까지의 송신을 의미한다. 따라서 전송층머리부는 봉사점주소(혹은 포구주소)라고 부르는 주소의 한 형태를 포함하여야 한다. 망층은 매 파케트가 정확히 지정된 콤퓨터에 도달하게 한다. 즉 전송층은 전체 통보문을 그 콤퓨터에 있는 정확한 과정에 도달하게 한다.
- **토막화와 재조립** 통보문은 전송할수 있는 토막들로 나누이며 매 토막에는 차례번호가 있다. 이 번호들은 전송층이 목적지에 도착한 통보문을 정확히 재

조립하고 전송할 때 루실한 파케트를 식별하고 재조립할수 있게 한다.

- **접속조종** 전송층은 무접속이거나 접속지향일수 있다. 무접속전송층은 매 파케트를 독립적인 파케트로 취급하고 목적지장치에서 전송층에 그것을 보낸다. 접속지향 전송층은 파케트들을 보내기전에 먼저 목적지장치에서 전송층과 접속을 확립한다. 모든 자료가 전송된후 접속을 끌낸다.
- **흐름조종** 자료련결층과 같이 전송층은 오유조종을 맡고 있다. 그러나 이 층에서의 흐름조종은 단일회선보다는 종단대종단으로 실현한다.
- **오유조종** 자료련결층과 같이 전송층은 오유조종의 의무가 있다. 그러나 이 층에서의 오유조종은 단일회선이 아니라 종단 대 종단으로 실행된다. 송신전송층은 전체 통보문이 오유없이(파손, 루실, 2중성) 수신전송층에 이르게 한다. 오유수정은 보통 재전송을 통하여 실현된다.

실례 3.3

그림 3-10은 전송층의 실례이다. 웃층에서 오는 자료는 봉사점(포구)주소 *j*와 *k*(*j*는 송신점의 주소이고 K는 수신점의 주소이다.)를 가진다. 자료크기는 망층이 조종할수 있는것보다 크기때문에 자료는 두 파케트로 나누고 매 파케트는 수신점주소(*j*와 *k*)를 다시 포함한다. 그다음 망층에서 망주소(A와 P)가 매 파케트에 더해 진다. 그 파케트들은 서로 다른 경로들로 움직일수 있고 순서대로 또는 순서없이 목적지에 도착한다. 두 파케트들은 목적지망층에 송신되며 거기서 망층머리부가 제거되여야 한다. 두 파케트들은 전송층을 통과하면서 웃층에 보낼수 있게 결합된다.

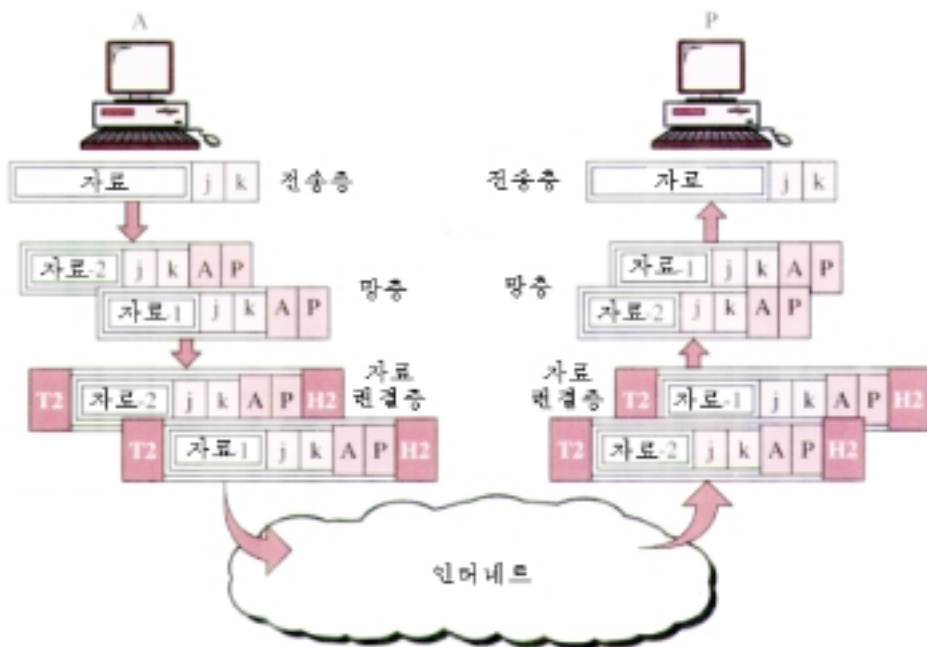



그림 3-10. 전송층(실례 3. 3)

대화층

첫 세개 층(물리, 자료련결, 망)에서 보장 받은 봉사는 어떤 과정에 대해서는 충분하지 못하다. 대화층은 망문답조종기이다. 그것은 통신체계들사이의 호상작용을 확립하고 유지하고 동기화한다. 대화층은 다음과 같은 의무를 지닌다.

- **대화조종** 대화층은 두 체계가 문답에 들어 가게 한다. 그것은 두 과정사이에서의 통신이 반2중형(한시각에 한 경로), 전2중형(한시각에 두 경로)으로 진행되게 한다. 실례로 대형콤퓨터와 말단사이에서의 대화는 반2중형이다.
- **동기화** 대화층은 자료렬에 검사점들(동기점들)을 덧붙이는 과정을 진행한다. 실례로 한 체계가 2,000페지의 파일을 송신하려 한다면 매 100페지단위가 독립적으로 수신되고 확인되도록 하기 위해서는 매 100페지후에 검사점들을 삽입하는것이 필요하다. 이 경우에 만일 523페지의 전송시에 폭주가 생기면 501페지에서 재송신을 시작하고 1페지부터 500페지까지는 다시 송신할 필요가 없다. 그림 3-11에 대화층과 전송층, 표현층사이의 관계를 보여 주었다.

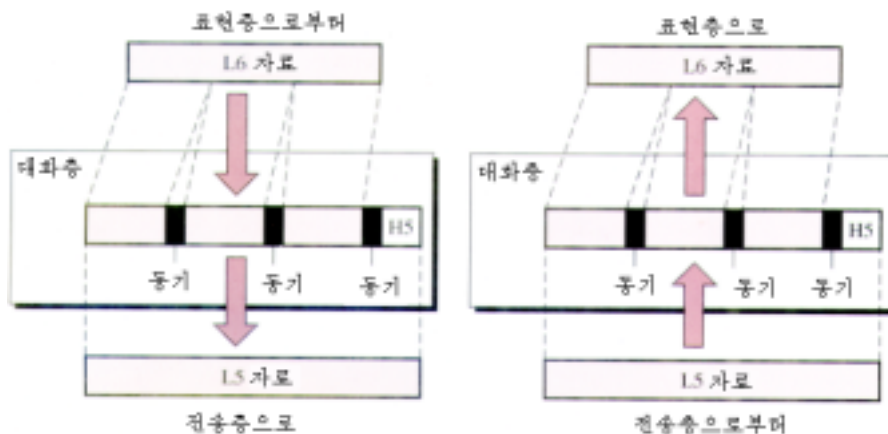



그림 3-11. 대화층

표현층

표현층은 두 체계사이에서 교환되는 정보의 문장론과 의미론에 관계한다. 그림 3-12에 표현층과 응용층, 대화층사이의 관계를 보여 주었다.

표현층은 다음과 같은 기능을 가진다.

- **변환** 두 체계들에서의 이 과정(기동하는 프로그람들)은 보통 문자렬, 수자들 등의 형태로 된 정보를 교환하는것이다. 정보는 전송되기전에 비트렬로 바뀌여 져야 한다. 각이한 콤퓨터들이 각이한 부호화체계를 사용하기때문에 표현층은 서로 다른 부호화방법들사이에서 호환성을 보장하여야 할 의무를 지닌다. 송신자측 표현층은 송신기의 형식으로부터 공통형식으로 정보를 바꾼다. 수신측에서 표현층은 공통형식을 그 수신자의 형식으로 바꾼다.

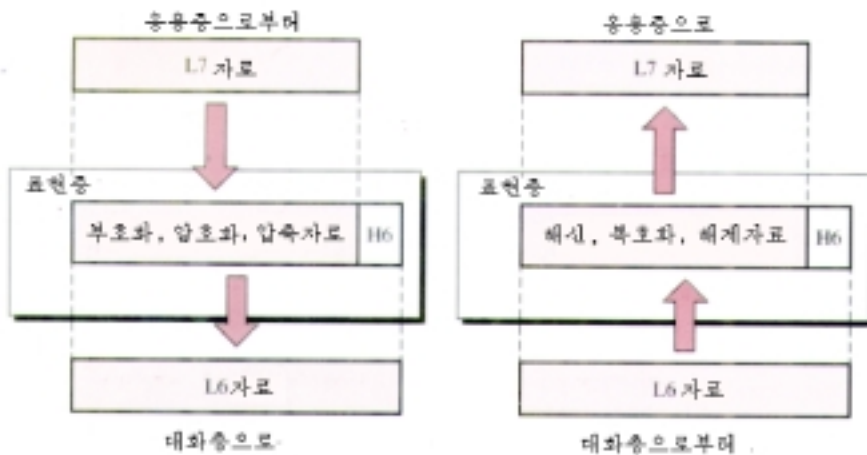



그림 3-12. 표현층

- **암호화** 기밀정보를 나르기 위해서는 체계가 은페를 보장하여야 한다. 암호화는 송신자의 원래 정보를 다른 형태로 변환하고 그 결과를 망을 통하여 보낸다는것을 의미한다. 복호화는 보내 온 통보문을 원래 형태로 거꾸로 변환하는 암호화의 반대과정이다.
- **압축** 자료압축은 전송하려고 하는 비트들의 개수를 줄이는것이다. 자료압축은 본문, 음성, 비데오 등과 같은 다매체의 전송에서 특별히 중요하게 제기된다.

응용층

응용층은 사용자(사람 또는 쏘프트웨어)가 망에 접근할수 있게 한다. 그것은 사용자 대면부를 보장하며 전자우편, 원격파일접근과 전달, 공유된 자료기지관리, 분산형정보봉사 등과 같은 봉사를 지원한다.

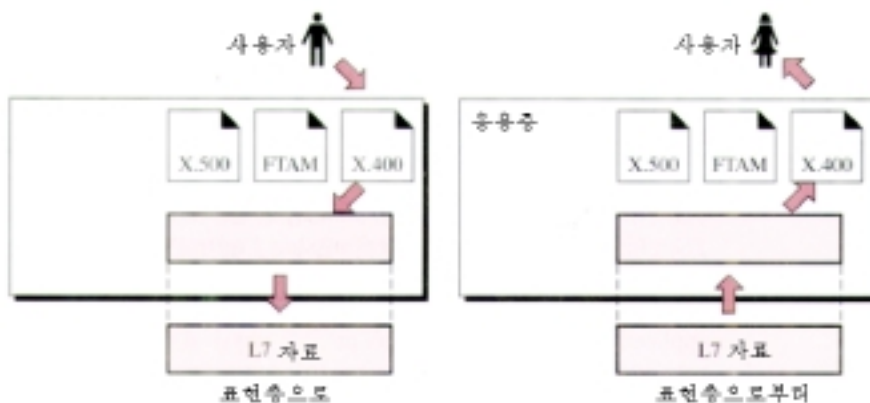



그림 3-13. 응용층

그림 3-13은 사용자와 표현층에 대한 응용층의 호상관계를 보여 준다. 그림은 가능한 응용봉사들중에서 세개만 보여 주었다. 즉 X.400(통보문-조종봉사), X.500(등록부봉사), 파일전달, 접근 및 관리(FTAM)이다. 이 실례에서 사용자는 전자우편통보문을 보내기 위하여 X.400을 리용한다. 이 층에서 더해지는 머리부와 꼬리부는 없다는것을 주목해야 한다. 응용층은 다음과 같은 기능을 가진다.

- **망가상말단** 망가상말단은 물리적말단의 쏘프트웨어변종이며 사용자가 원격호스트에 가입하게 한다. 그러기 위하여 응용층은 원격호스트말단에 쏘프트웨어모방을 만든다. 사용자의 콤퓨터는 쏘프트웨어말단과 통신하며 쏘프트웨어말단은 호스트와 서로 통신한다. 원격호스트는 소유말단들중의 하나와 통신하고 있다고 믿으면서 등록시킨다.
- **파일전송접근 및 관리(FTAM)** 이 응용은 사용자가 원거리콤퓨터에 있는 파일들에 접속하고(자료를 변화시키거나 읽게 한다.) 원거리콤퓨터로부터의 파일들을 검색하도록 한다. 즉 원거리콤퓨터의 파일들을 관리하고 조종한다.
- **우편봉사** 이 응용층은 정방향전자우편(전송과 저축)을 위한 기초를 보장한다.
- **등록부봉사** 응용층은 분산된 자료기지원천과 여러 대상들 및 봉사들에 대한 대역적인 정보접근을 보장한다.

층기능들의 요약

7층의 기능들을 그림 3-14에서 요약하였다.

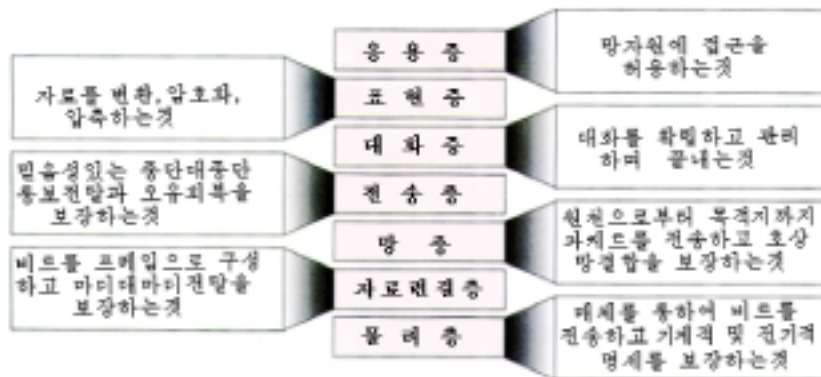



그림 3-14. 층기능들의 요약

3. 3. TCP/IP규약묶음

인터네트에서 사용되는 TCP/IP규약묶음은 OSI모형이전에 개발되였다. 그러므로 TCP/IP규약묶음(전송조종규약/호상망규약)에서 층들은 OSI모형의 규약들과 같을수 없다. TCP/IP규약묶음은 다섯개 층 즉 물리, 자료련결망, 전송, 응용층으로 구성된다. 첫 세 층

은 OSI모형의 첫 세 층에 해당하는 물리적규격들인 망대면부, 호상망구성, 전송기능들에 대응된다. 그러나 OSI모형의 웃 세개 층들은 TCP/IP에서 응용층이라고 부르는 단일층으로 표현된다(그림 3-15를 참고).

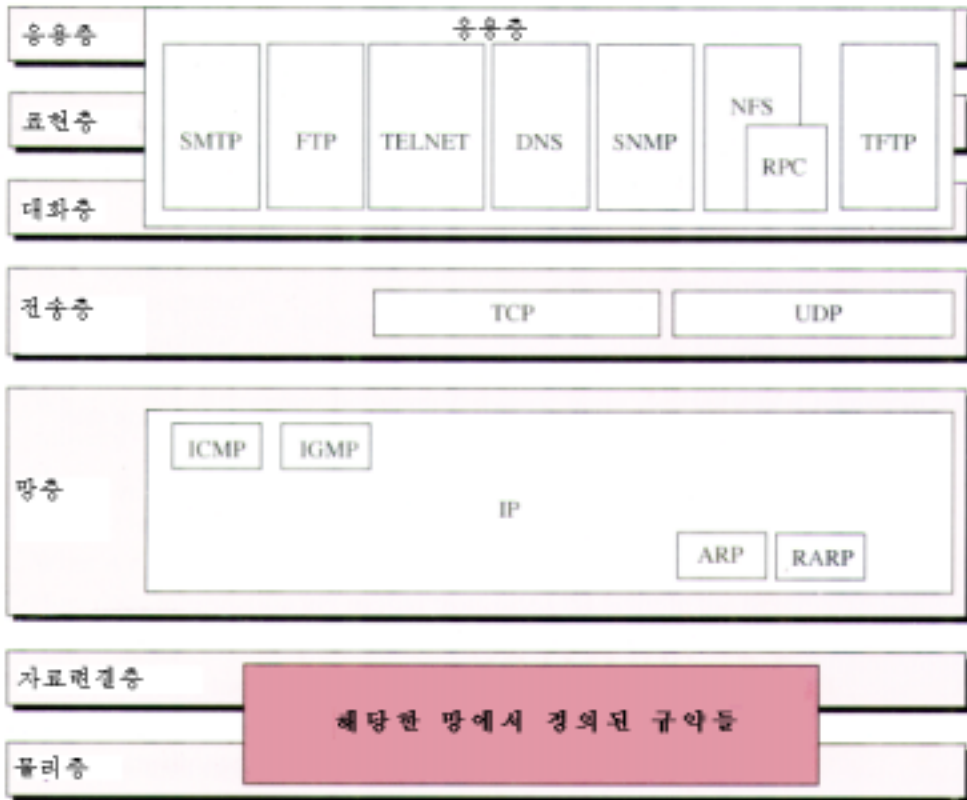



그림 3-15. TCP/IP와 OSI모형

TCP/IP는 호상작용하는 모듈들로 구성된 계층형규약인데 매층은 특정한 기능을 보장하나 그것들은 독립이 아니다. OSI모형은 어느 기능이 어느 층에 속하는가를 지적하지만 TCP/IP규약묶음의 층들은 체계의 요구에 따라 혼합하고 맞출수 있는 상대적으로 독립적인 규약들을 포함한다. 계층이란 술어는 매 웃준위규약이 하나 혹은 그이상의 아래준위규약에 의해 지원된다는것을 의미한다.

전송층에서 TCP/IP는 두가지 규약들을 규정한다. 즉 전송조종규약(TCP)과 사용자데타그람규약(UDP)이다. 망층에서 TCP/IP가 규정한 기본규약은 호상망구성규약(IP)이다. 물론 이 층에서 자료이동을 지원하는 일부 다른 규약들도 있다. TCP/IP규약에 대한것은 24장, 25장에서 서술하였다.

3. 4. 실마리어

동등계층과정
대면부
대화층
론리적주소
마디대마디송신
망층
머리부
목적지주소
물리적주소
물리층
비트
자료련결층
전송속도
전송조종규약/호상망규약(TCP/IP)
전송층
포구주소
표현층
프레임
꼬리부
열린체계
열린체계호상접속(OSI)
오유
응용층
원천대목적지전달
원천주소

3. 5. 요 약

- 국제규격화기구는 열린체계호상접속(OSI)이라고 부르는 모형을 만들었는데 그것은 다양한 체계들이 통신할수 있게 한다.
- 7층 OSI모형은 보편적으로 호환할수 있는 구조, 하드웨어, 쏘프트웨어의 개발에 대한 요구를 보장한다.
- 물리, 자료련결, 망층들은 망지원층들이고 대화, 표현, 응용층들은 사용자지원층이다.
- 전송층은 망지원층들과 사용자지원층들을 련결시킨다.
- 물리층은 물리적매체들을 통하여 비트렬을 전송하는데 요구되는 기능들을 통합한다.
- 자료련결층은 오유없이 한 상태에서 다음 상태로 자료단위들을 전달할 의무를 지니고 있다.
- 망층은 다중망련결고리들을 통하여 파케트들의 원천대목적지전달의 기능을 가진다.
- 전송층은 전체 통보문의 원천대목적지전기능을 가진다.
- 대화층은 통신하는 장치들사이의 호상작용을 시작하고 유지동기화한다.
- 표현층은 호상합의된 형식으로 자료의 변형을 통하여 통신장치들사이의 정보처리, 호상응용성을 담보한다.
- 응용층은 사용자가 망에 접속할수 있게 한다.
- OSI모형이전에 개발된 다섯층계층형규약인 TCP/IP는 인터네트에서 사용되는 규약묶음이다.

3. 6. 련습

복습문제

1. OSI모형에서 어느 층이 망지원층인가?
2. OSI모형에서 어느 층이 사용자지원층인가?
3. 망층전달과 전송층전달사이의 차이는 무엇인가?
4. OSI와 ISO는 서로 어떻게 관련되는가?
5. OSI모형의 층들을 지적하시오.
6. 동등계층과정이란 무엇인가?
7. OSI의 한 층으로부터 다음 층까지 정보가 어떻게 전달되는가?
8. 머리부와 꼬리부는 무엇이며 어떻게 그것들을 더해 주고 제거할수 있는가?
9. OSI층들을 기능별로 분류하시오.
10. 물리층과 관련되는것은 무엇인가?
11. 자료련결층은 어떤 의무를 지니였는가?
12. 망층의 의무는 무엇인가?
13. 전송층의 의무는 무엇인가?
14. 전송층은 원천과 목적지사이의 접속을 진행한다. 접속에 포함되는 세가지 사건은 무엇인가?
15. 봉사점주소, 론리적주소, 물리적주소사이의 차이는 무엇인가?
16. 대화층의 의무는 무엇인가?
17. 대화조종기의 목적은 무엇인가?
18. 표현층의 의무는 무엇인가?
19. 표현층에 의한 변환의 목적은 무엇인가?
20. 응용층에서 보장된 일부 봉사들의 이름은 무엇인가?
21. TCP/IP규약모임의 층들은 OSI모형의 층들과 어떻게 호상관련시킬수 있는가?

선택문제

22. _____모형은 콤퓨터의 망기능들이 어떻게 구성되여야 하는가를 보여 준다.
    ㄱ) ITU-T
    ㄴ) OSI
    ㄷ) ISO
    ㄹ) ANSI

23. OSI모형은 _____층들로 구성된다.
    ㄱ) 세개
    ㄴ) 다섯개
    ㄷ) 일곱개
    ㄹ) 여덟개

24. _____층은 동기점들의 위치를 결정한다.
ㄱ) 전송
ㄴ) 대화
ㄷ) 표현
ㄹ) 응용

25. 전체 통보문의 종단대종단전달은 _____층의 의무로 된다.
ㄱ) 망
ㄴ) 전송
ㄷ) 대화
ㄹ) 표현

26. _____층은 전송매체에 제일 가까운 층이다.
ㄱ) 물리
ㄴ) 자료련결
ㄷ) 망
ㄹ) 전송

27. _____층에서 자료묶음을 프레임이라고 부른다.
ㄱ) 물리
ㄴ) 자료련결
ㄷ) 망
ㄹ) 전송

28. 자료의 암호화와 복호화는 _____층의 의무이다.
ㄱ) 물리
ㄴ) 자료련결
ㄷ) 표현
ㄹ) 대화

29. 문답조종은 _____층의 한 기능이다.
ㄱ) 전송
ㄴ) 대화
ㄷ) 표현
ㄹ) 응용

30. 우편봉사들과 등록부봉사는 ___층을 통하여 망사용자들에게 리용된다.
ㄱ) 자료련결
ㄴ) 대화
ㄷ) 전송
ㄹ) 응용

31. 자료묶음의 마디대마디전달은 _____의 의무이다.
ㄱ) 물리

ㄴ) 자료련결
ㄷ) 전송
ㄹ) 망

32. 자료파케트가 낮은 층에서 높은 층으로 이동할 때 머리부는 _____와 같다.
ㄱ) 합해 진다.
ㄴ) 덜어 준다.
ㄷ) 재배치된다.
ㄹ) 변형된다.

33. 자표파케트가 웃층에서 아래층으로 움직일 때 머리부가_______
ㄱ) 합해 진다.
ㄴ) 덜어 진다.
ㄷ) 재배치된다.
ㄹ) 변형된다.

34. ____ 층은 망층과 대화층사이에 놓인다.
ㄱ) 물리
ㄴ) 자료련결
ㄷ) 전송
ㄹ) 표현

35. 2층은 물리층과 _____층 사이에 놓인다.
ㄱ) 망
ㄴ) 자료련결
ㄷ) 전송
ㄹ) 표현

36. 자료가 장치 A로부터 B까지 전송될 때 A의 5층의 머리부는 B의 _____층에서 읽혀 진다.
ㄱ) 물리
ㄴ) 전송
ㄷ) 대화
ㄹ) 표현

37. _____층에서는 한 문자코드로부터 다른 문자코드로의 번역을 한다.
ㄱ) 전송
ㄴ) 대화
ㄷ) 표현
ㄹ) 응용

38. _____층은 비트들을 전자기신호들로 바꾼다.
ㄱ) 물리
ㄴ) 자료련결

ㄷ) 전송
ㄹ) 표현

39. _____층은 프레임의 꼬리부를 리용하여 오유검출을 진행할수 있다.
ㄱ) 물리
ㄴ) 자료련결
ㄷ) 전송
ㄹ) 표현

40. 왜 OSI모형이 개발되였는가?
ㄱ) 제작자들이 TCP/IP규약묶음을 좋아 하지 않는다.
ㄴ) 자료전달속도가 지수함수적으로 증가하고 있었다.
ㄷ) 규격들이 임의의 두 체계들사이에 통신하도록 하는것이 필요하였다.
ㄹ) 우에는 없다.

41. 물리층은 물리적매체를 통하여 _____의 전송과 관계한다.
ㄱ) 프로그람들
ㄴ) 대화들
ㄷ) 규약들
ㄹ) 비트들

42. 사용자지원층들과 망지원층들사이의 전달을 위하여 어느 층이 동작하는가?
ㄱ) 망층
ㄴ) 물리층
ㄷ) 전송층
ㄹ) 대화층

43. 전송층의 기본기능은 무엇인가?
ㄱ) 마디대마디전달
ㄴ) 종단대종단통보문전달
ㄷ) 동기화
ㄹ) 경로조종규격의 갱신과 유지

44. 대화층검사점들은 _____
ㄱ) 파일의 위치를 정확히 표시하도록 하는것이다.
ㄴ) 오유를 검출하고 제거하는것이다.
ㄷ) 머리부의 첨가를 조종하는것이다.
ㄹ) 대화조종을 포함하는것이다.

45. 다음의 어느것이 응용층봉사인가?
ㄱ) 망가상말단
ㄴ) 파일전달, 접근 및 관리
ㄷ) 우편봉사
ㄹ) 우의 모든것

련습문제

46. 일곱개 OSI층들중의 하나와 다음의것을 맞추시오.
   ㄱ) 경로결정
   ㄴ) 흐름조종
   ㄷ) 외부세계와 대면
   ㄹ) 종단사용자에게 보장하는 망접근
   ㅁ) ASCII를 EBCDIC로 변환
   ㅂ) 파케트교환

47. 일곱개 OSI층들중의 하나에 다음의 문제를 맞추시오.
   ㄱ) 믿음성 있는 종단대종단자료전송
   ㄴ) 망선택
   ㄷ) 프레임정의
   ㄹ) 전자우편과 파일전송과 같은 사용자봉사를 보장하는것
   ㅁ) 물리적매체를 통하는 비트렬의 전송

48. 일곱개 OSI층들중의 하나에 다음의 문제를 맞추시오.
   ㄱ) 사용자응용프로그람을 가진 직접통신
   ㄴ) 오유수정과 재전송
   ㄷ) 기계적, 전기적, 기능적대면부
   ㄹ) 이웃마디들사이의 정보에 대한 의무
   ㅁ) 자료파케트의 재조립

49. 일곱개 OSI층들중의 하나에 다음 문제를 맞추시오.
   ㄱ) 형식화와 코드변환봉사를 보장한다.
   ㄴ) 대화를 시작하고 관리하며 끝낸다.
   ㄷ) 자료의 믿음성 있는 전송을 담보한다.
   ㄹ) 장치들의 등록과 탈퇴를 보장한다.
   ㅁ) 자료표현에서의 차이를 무관계하게 한다.
   ㅂ) 사용자들을 동기화한다.

제4장. 신 호

물리층의 기본사명은 전송매체를 통하여 전자기적신호의 형태로 정보를 움직이는것이다. 다른 콤퓨터로부터 수자적인 통계를 수집하든지 설계말단에서 동화상을 보내든지 혹은 먼 조종중심에 있는 고리에 경보를 울리든지 하는것은 망접속을 통하여 정보전송을 하고 있다는것이다. 정보는 음성, 화상, 수자자료, 문자 혹은 부호로서 사람이든 기계이든 목적지사용자에게 읽기가능하며 의미가 있는 어떤 통보문이다.

정보는 자료, 음성, 그림 등의 형태일수 있다.

일반적으로 리용되는 정보는 망을 통하여 전송할수 있는 형태인것은 아니다. 례하면 사진을 똘똘 말아서 도선에 끼워 넣을수 없으며 그것을 전송할수 없다. 그러나 부호화된 사진은 전송할수 있다. 실제로 사진화상을 보내는 대신 부호기를 리용하여 0과 1의 렬로 변환해서 보내고 그것을 수신기에서 재구성하도록 한다(부호화는 5장에서 론의한다.).

그러나 0과 1이라도 망련결고리들을 통하여 그대로 보낼수는 없다. 그것들은 전송매체가 받아 들일수 있는 형태로 더 변환되여야 한다. 전송매체들은 물리적통로를 따라서 에네르기를 전달하는 작업을 한다. 그러므로 0과 1의 자료렬은 전자기적인 신호형태의 에네르기로 바꾸어야 한다.

전송하기 위하여 정보는 전자기적신호로 변환되여야 한다.

4. 1. 상사신호와 수자신호

정보를 표현하는 자료와 신호는 상사 또는 수자형태를 취할수 있다. 상사는 련속적인 그 어떤것 즉 자료의 일정한 점들과 그사이의 가능한 모든 점들의 모임으로 간주한다. 수자는 불련속적인 그 어떤것 즉 그사이에 다른 점들이 없는 자료의 일정한 점들의 모임으로 간주한다.

상사자료와 수자자료

자료는 상사 혹은 수자일수 있다. 상사자료의 실례로서는 사람의 음성을 들수 있다. 누군가가 말할 때 련속적인 파가 공기중에서 만들어 진다. 이것은 송화기에서 포착될수 있고 상사신호로 변환될수 있다. 수자자료의 실례는 0과 1의 형태로 콤퓨터의 기억기에 기억된 자료이다. 그것은 보통 콤퓨터의 내부 혹은 외부에서 다른 위치로 전달될 때 수자신호로 변환될수 있다.

상사신호와 수자신호

신호가 표현하는 정보와 같이 신호들은 상사일수도 있고 수자일수도 있다. 상사신호는 시간에 따라 완만하게 변화하는 련속신호형태이다. 파형이 A값으로부터 B값으로 움직일 때 그것은 무한한 개수를 포함한다. 다른 한편 수자신호는 불련속적이다. 그것은 흔히 0과 1처럼 단순하고 명백한 값들의 제한된 개수만을 가질수 있다. 값에서 값으로 수자신호의 이행은 빛이 비쳐 지고 끊어 지고 하는것처럼 순간적이다.

보통 직각자리표에 그리는것으로 신호를 표시한다. 수직축은 신호의 값 혹은 세기를 표시한다. 수평축은 시간흐름을 표시한다. 그림 4-1은 상사와 수자신호를 보여 준다. 상사신호를 표시하는 곡선은 완만하며 무한한 개수의 점들을 지나면서 련속이다. 그러나 수자신호의 수직선들은 신호가 값에서 값으로 변화되는 급격한 비약을 보여 준다. 여기서 그것이 높으면서 평탄한것과 낮으면서 평탄한것은 이 값들이 고정되였다는것을 의미한다. 그 차이를 설명하는 다른 방법은 상사신호는 시간에 따라 련속으로 변한다는것이고 수자신호는 급격히 변한다는것이다.

> 신호는 상사일수도 있고 수자일수도 있다. 상사신호는 한 대역에서 임의의 값을 가질수 있고 수자신호는 값들의 제한된 개수만 가질수 있다.

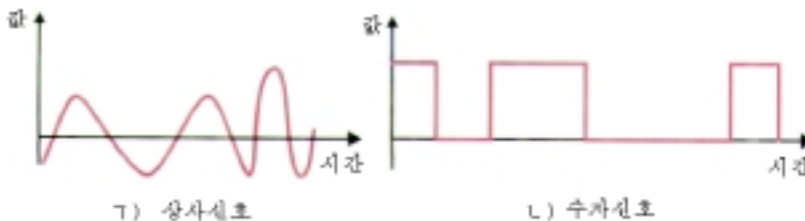



그림 4-1. 상사-수자신호의 비교

4. 2. 주기신호와 비주기신호

상사와 수자신호들은 두 형태일수 있다. 즉 주기와 비주기이다.

주기신호

신호가 주기라고 부르는 일정한 시간프레임안에서 패턴을 완성한다면 주기신호이며 일치한 패턴을 주기적으로 되풀이한다.

여기서 하나의 완전한 패턴완성을 싸이클이라고 한다. 주기는 하나의 완전한 싸이클을 완성하는데 요구하는 시간으로 정의한다. T로 표시되는 주기는 매 신호에 대하여 차이날수 있다. 그러나 임의의 주어 진 주기신호에 대하여서는 상수이다. 그림 4-2는 주기

신호들을 설명하였다.

> 주기신호는 련속적으로 되풀이되는 패턴들로 구성된다. 신호의 주기(T)는 초로 표시한다.

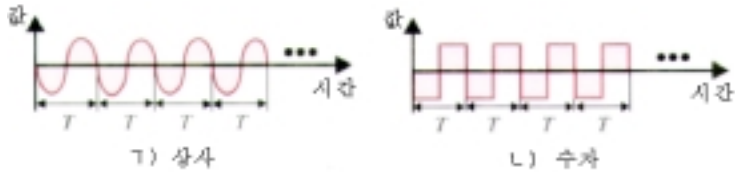



그림 4-2. 주기신호의 실례

비주기신호

비주기 혹은 불규칙신호는 시간을 따라 되풀이되는 패턴 혹은 싸이클이 없으며 련속적으로 변화된다. 그림 4-3에 비주기신호의 실례를 보여 주었다. 비주기 혹은 불규칙신호는 되풀이되는 패턴을 가지지 않는다.

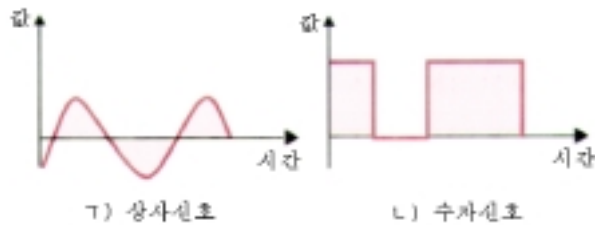



그림 4-3. 비주기신호의 실례

그러나 푸리에변환이라고 부르는 수법을 리용하여 임의의 비주기신호를 주기신호들의 무한한 개수로 분해할수 있다는것이 증명되였다. 그러므로 주기신호의 특성을 리해하면 비주기신호들도 잘 리해할수 있다.

> 비주기신호를 주기신호들의 무한한 개수들로 분해할수 있다. 시누스파형은 가장 간단한 주기신호이다.

4. 3. 상사신호

상사신호들은 단순한것과 합성으로 분류할수 있다. 단순상사신호 혹은 시누스파형은 간단한 신호로 더 분해할수 없다. 합성상사신호는 여러 시누스파형들로 합성되여 있다.

단순상사신호

시누스파형은 주기적인 상사신호의 가장 기본적인 형태이다. 단순한 진동곡선을 관측하면 파형의 변화는 완만하고 시종일관하며 련속적으로 물결치는 흐름이다. 그림 4-4 한개 호로 구성된다. 시누스파형들은 세가지 특성량으로 충분하게 설명할수 있다. 즉 진폭, 주기 혹은 주파수, 위상이다.

그림 4-4. 시누스파형

진폭

그라프에서 신호의 진폭은 파형우의 임의의 점에서의 신호들의 값이다. 그것은 파형의 주어 진 점으로부터 수평축까지의 수직거리와 같다. 시누스파형의 최대진폭은 수직축에서 제일 높은 값이다(그림 4-5를 참고).

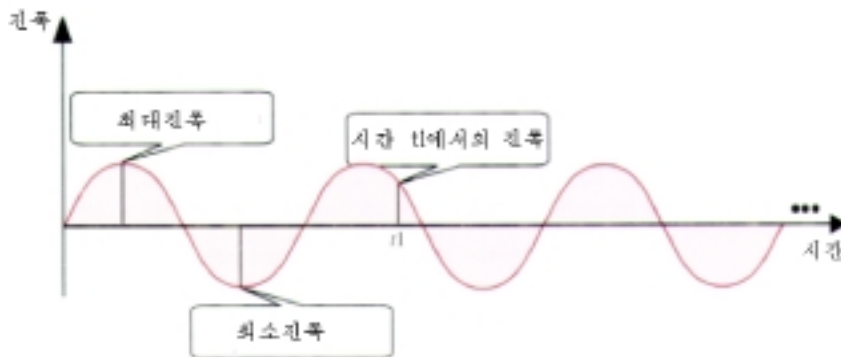



그림 4-5. 진폭

진폭은 신호형태에 의존하여 볼트, 암페아 혹은 와트로 측정된다. 볼트는 전압에 해당되고 암페아는 전류에 해당되며 와트는 전력에 해당된다.

진폭은 신호의 최대값이다. 진폭의 단위는 신호의 형태에 의존한다. 전기신호들의 경우에 그 단위는 보통 볼트, 암페아 혹은 와트이다.

주기와 주파수

주기는 신호가 한개 싸이클을 완성하는데 요구되는 시간이다. 신호의 주파수는 초당 싸이클의 개수이다. 그림 4-6은 주기와 주파수의 개념을 보여 주고 있다.

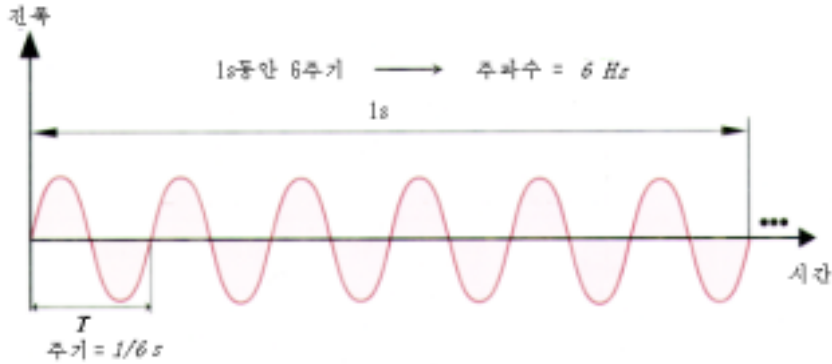



그림 4-6. 주기와 주파수

주기의 단위

주기는 초로 표시된다. 통신분야에서는 주기를 측정하는데 다섯가지 단위를 리용한다(표 4-1을 참고). 초(s), 미리초(ms), 미크로초(μs), 나노초(ns), 피코초(ps).

표 4-1 주기의 단위들

단위	동등관계
초 (s)	1 s
미리초 (ms)	10^{-3} s
미크로초 (μs)	10^{-6} s
나노초 (ns)	10^{-9} s
피코초 (ps)	10^{-12} s

실례 4. 1

100ms를 초, 미크로초, 나노초, 피코초로 표시하시오.

풀이

여기서 적당한 단위를 쓰기 위하여 10의 제곱을 다루기로 한다. 미리초를 10^{-3}s, 미크로초를 10^{-6}s,나노초를 10^{-9}s, 피코초를 10^{-12}s로 바꾸자.

$$100ms = 100 \times 10^{-3} s = 0.1s$$
$$100ms = 100 \times 10^{-3} s = 100 \times 10^{3} \times 10^{-6} s = 10^{5} \mu s$$
$$100ms = 100 \times 10^{-3} s = 100 \times 10^{6} \times 10^{-9} s = 10^{8} ns$$
$$100ms = 100 \times 10^{-3} s = 100 \times 10^{9} \times 10^{-12} s = 10^{11} ps$$

주파수의 단위

주파수는 도이췰란드의 물리학자 Heinrich Rudolf Herz이름을 따서 herz(Hz)로 표시하였다. 통신분야에서는 주파수로 측정하는데 다섯가지 단위를 리용한다(표 4-2 참고). 즉 헤르쯔(Hz), 키로헤르쯔(kHz), 메가헤르쯔(MHz), 기가헤르쯔(GHz), 테라헤르쯔(THz).

표 4-2 주파수의 단위

단위	동등관계
헤르쯔(Hz)	1 Hz
키로헤르쯔(kHz)	10^{3}Hz
메가헤르쯔(MHz)	10^{6} Hz
기가헤르쯔(GHz)	10^{9} Hz
테라헤르쯔(THz)	10^{12} Hz

실례 4. 2

14Hz를 Hz, kHz, GHz, THz로 보여 주시오.

풀이

적당한 단위를 쓰기 위하여 10의 제곱을 리용한다. kHz를 10^{3}Hz, MHz를 10^{6}Hz, GHz를 10^{9}Hz, THz를 10^{12}Hz 로 바꿀수 있다.

$$14MHz = 14 \times 10^{6} Hz$$
$$14MHz = 14 \times 10^{6} Hz = 14 \times 10^{3} \times 10^{3} Hz = 14 \times 10^{3} kHz$$
$$14MHz = 14 \times 10^{6} Hz = 14 \times 10^{-3} \times 10^{9} Hz = 14 \times 10^{-3} GHz$$
$$14MHz = 14 \times 10^{6} Hz = 14 \times 10^{-6} \times 10^{12} Hz = 14 \times 10^{-6} THz$$

수학적으로 주파수와 주기사이의 관계는 그것들이 서로 역수라는것이다. 만일 하나가 주어 졌다면 다른것은 유도할수 있다.

주파수 = 1/주기, 주기 = 1/주파수.

주기는 신호가 한 싸이클을 완성하는데 걸린 시간이다. 주파수는 주기와 서로 역관계이다. $f = 1/T$, $T = 1/f$.

실례 4. 3

시누스파형이 6Hz의 주파수를 가진다. 주기는 얼마인가?

풀이
주기는 T, 주파수를 f라고 놓자. 그러면
T = 1/f = 1/6 = 0.17s

실례 4. 4

시누스파형이 3kHz의 주파수를 가진다. 주기는 얼마인가?

풀이
주기를 T, 주파수를 f라고 하자. 그러면

$$T = 1/f = 1/8000 = 0.000125s = 125 \times 10^{-6} s = 125 \mu s$$

실례 4. 5

시누스파형이 한 주기가 4s이다. 주파수는 얼마인가?

풀이
주기를 T, 주파수를 f라고 하자. 그러면
f = 1/T = 1/4 = 0.25Hz

실례 4. 6

시누스파형이 $25\mu s$에 한 주기를 완성한다. 주파수는 얼마인가?

풀이
주기를 T, 주파수를 f라고 한다. 그러면

$$f = 1/T = 1/(25 \times 10^{-6}) = 40{,}000Hz = 40 \times 10^{3} Hz = 40kHz$$

주파수의 세부

주파수가 신호와 시간과의 관계이며 파형의 주파수는 초당 완성하는 싸이클의 개수라는것을 이미 알고 있다. 그러나 주파수를 보는 다른 방법은 변화속도의 측정량이다. 전자기신호들은 진동파형이다. 즉 그것들은 평균에네르기준위의 아래우에서 련속적이면서

도 주기적으로 요동한다. 시누수파형이 최소준위로부터 최대준위로 이동하는 속도가 주파수이다. 40Hz신호는 80Hz의 절반주파수이다. 그것은 80Hz신호의 2배시간에 한 싸이클을 완성하므로 매 싸이클은 그것의 최소전압준위에서 최대전압준위까지 변화하는 시간이 두배 걸린다. 따라서 주파수는 초당 싸이클(Hz)로서 서술되기도 하지만 시간에 따르는 신호의 변화속도로 측정되기도 한다.

주파수는 시간에 따르는 변화속도이다. 짧은 시간구간에서의 변화는 높은 주파수라는것을 의미한다. 긴 시간구간에서의 변화는 낮은 주파수라는것을 의미한다.

만일 신호의 값이 대단히 짧은 시간구간에서 변한다면 주파수는 높으며 긴 시간구간에서 변한다면 주파수는 낮다.

두가지 극단

신호가 전혀 변하지 않는다면 주파수는 얼마인가. 그것이 동작하는 전체 시간에 전압준위가 상수로 유지된다면 그것의 주파수는 얼마인가. 이러한 경우에 주파수는 령이다. 이 문제는 단순하다. 신호가 전혀 변하지 않는다면 싸이클을 완성할수 없으며 여기서 주파수는 0Hz이다.

그러나 신호가 순간적으로 변화한다면 주파수는 얼마인가. 한 준위로부터 다른 준위로 순간에 비약한다면 그것의 주파수는 얼마인가. 그때 그 주파수는 한계가 없다. 즉 신호변화가 순간적일 때 주기는 령이다. 주파수는 주기의 역수이므로 이 경우에 주파수는 1/0 혹은 무한대이다.

만일 신호가 전혀 변화하지 않는다면 그것의 주파수는 령이다. 만일 신호가 순간적으로 변화한다면 그 주파수는 무한대이다.

위상

위상이란 령인 시간에 파형의 위치이다. 만일 우리가 시간축을 따라서 앞뒤로 밀기할수 있는 어떤 파형을 생각한다면 위상은 그 밀림량이다. 그것은 첫 싸이클의 상태를 지적한다.

위상은 령인 시간에 파형의 상태적위치를 표시한다.

위상은 각 혹은 라디안으로 측정한다(360°는 2π rad이다). 360°의 위상밀림은 완전한 한 주기의 밀림에 해당된다. 180°의 위상밀림은 반주기의 밀림에 해당된다. 90°의 위상밀림은 한 주기의 4분의 1의 밀림에 해당된다(그림 4-7을 참고).

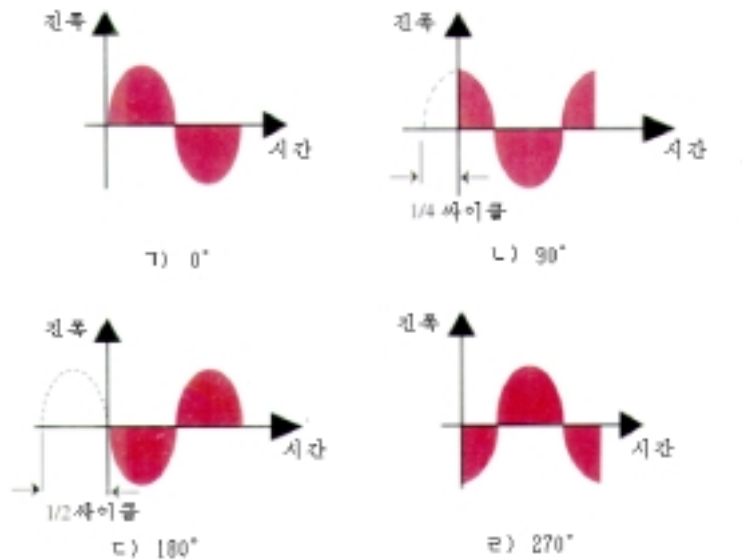



그림 4-7. 서로 다른 위상사이의 관계

실례 4. 7

한 시누스파형이 령인 시간에 한 싸이클의 1/6이 편이되였다. 그것의 위상은 얼마인가?

풀이

우리는 하나의 완전한 싸이클이 360°이라는것을 알고 있다. 따라서 한 싸이클의 1/6은

$$\frac{1}{6}\times 360^{\circ} = 60^{\circ}$$

이다.

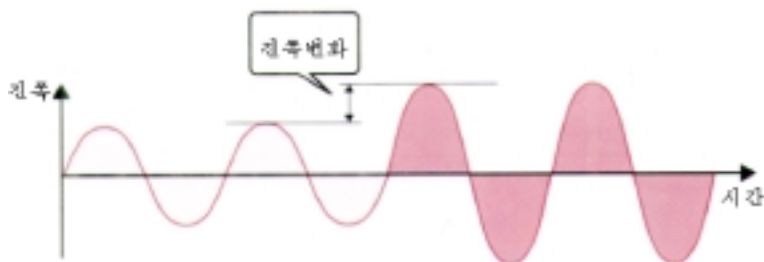



그림 4-8. 진폭변화

진폭, 주파수, 위상의 시각적비교는 그것들의 기능을 리해하는데 가치 있는 기준을 보장한다. 모든 세가지 속성에서의 변화를 한 신호에 도입할수 있고 전기적으로 조종할수 있다. 이러한 조종은 모든 원격통신에서의 기초를 보장하며 5장에서 론의한다(그림

4-8, 4-9, 4-10을 참고).

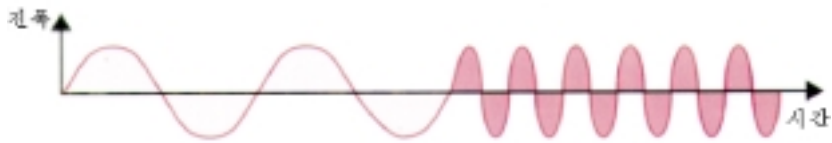



그림 4-9. 주파수변화

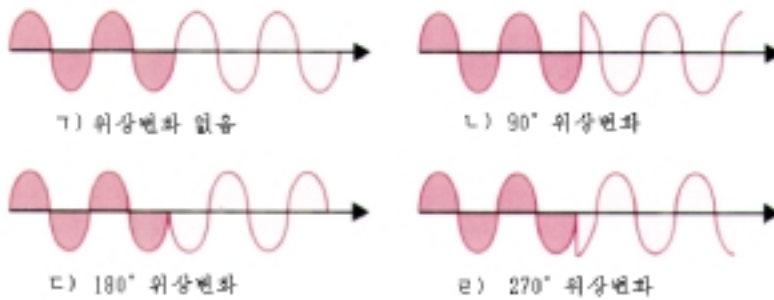



그림 4-10. 위상변화

4. 4. 시간령역과 주파수령역

시누스파는 포괄적으로 진폭, 주파수, 위상으로 정의된다. 여기서는 시간령역그라프를 리용한 시누스파형을 보여 준다. 시간령역그라프는 시간에 따르는 신호진폭의 변화를 보여 준다(그것은 진폭대시간관계이다.). 위상과 주파수는 시간령역그라프로는 명백하게 측정되지 않는다.

진폭과 주파수사이의 관계를 보여 주기 위하여 주파수령역그라프를 리용할수 있다. 그림 4-11에서는 시간령역(시간에 따르는 순간진폭)과 주파수령역(주파수에 따르는 최대진폭)을 비교하였다.

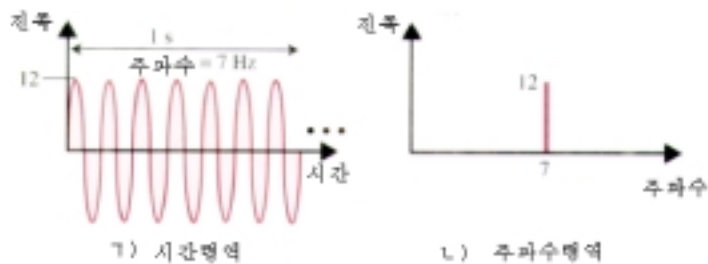



그림 4-11. 시간과 주파수령역

그림 4-12에 주파수와 진폭이 변화하는 세 신호의 시간령역과 주파수령역그라프의 실례를 주었다. 매쌍의 모형을 비교하고 각각 정보의 어느 종류가 전송에 적합한가를 보기 바란다.

주파수령역에서 낮은 주파수신호는 시간령역에서 긴 주기를 가진 신호에 해당되며 그 역도 성립한다. 시간령역에서 급격하게 변화하는 신호는 주파수령역에서 고주파에 해당된다.

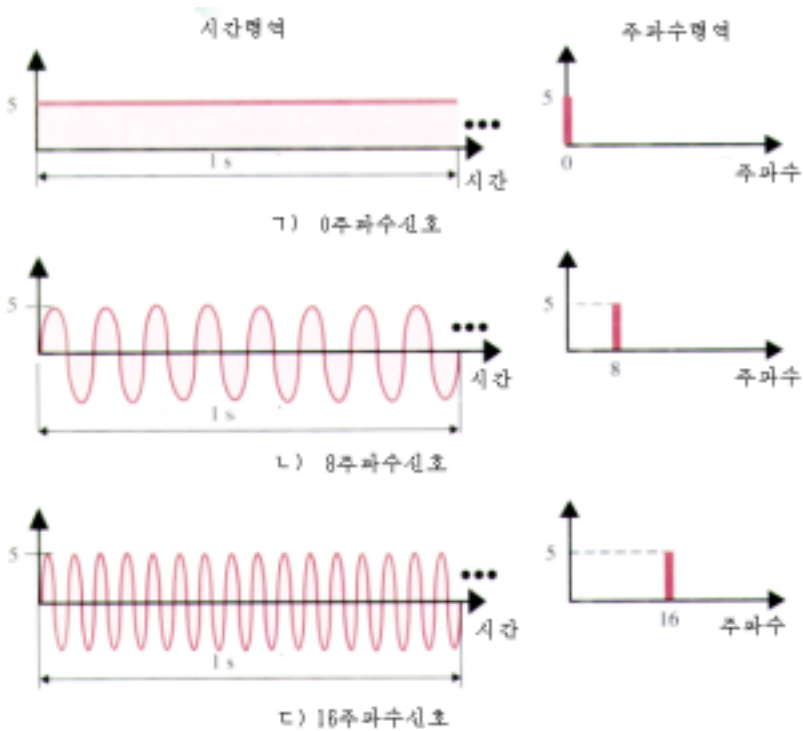



그림 4-12. 각이한 신호들에 대한 시간과 주파수령역

4. 5. 합성신호

지금까지 간단한 주기신호인 시누스신호들에 대하여 고찰하였다. 그러나 시누스파형이 아닌 주기신호는 무엇인가. 보통 많은 파형들은 최소와 최대진폭사이에서 완만한 단일곡선으로 변화하지 않는다. 그것들은 비약하고 미끄러 지고 요동하고 예리하며 처져있다. 그러나 싸이클마다 어떤 불규칙성이 반복된다면 신호가 여전히 주기적이며 론리적으로는 시누스파형에 사용된것과 같은 술어로 서술되여야 한다. 사실 아무리 복잡하다 하여도 임의의 주기적인 신호는 매개가 측정가능한 진폭, 주파수, 위상을 가진 시누스파형들의 모임으로 분해할수 있다는것을 보여 줄수 있다. 합성신호는 그것의 구성요소로

분해하기 위하여 푸리에분석(부록 D에서 서술하였다.)을 진행한다. 그러므로 분해의 개념은 간단한 실례로 보여 줄수 있다. 그림 4-13은 두개의 시누스파로 분해되는 주기신호를 보여 준다. 첫 시누스파는 주파수가 6이고 두번째 시누스파는 주파수가 0이다. 점끼리 이 두개를 합하면 우의 그라프가 생긴다. 원래 신호는 아래로 옮겨 진 시간축을 가진 시누스파형과 같게 보인다는것을 주목해야 한다. 여기서 신호의 평균진폭은 령이 아니다. 이 인자에는 직류(DC)성분인 령주파수성분이 있다는것을 의미한다. 이 직류성분은 시누스가 10단위 우로 밀리게 한다.

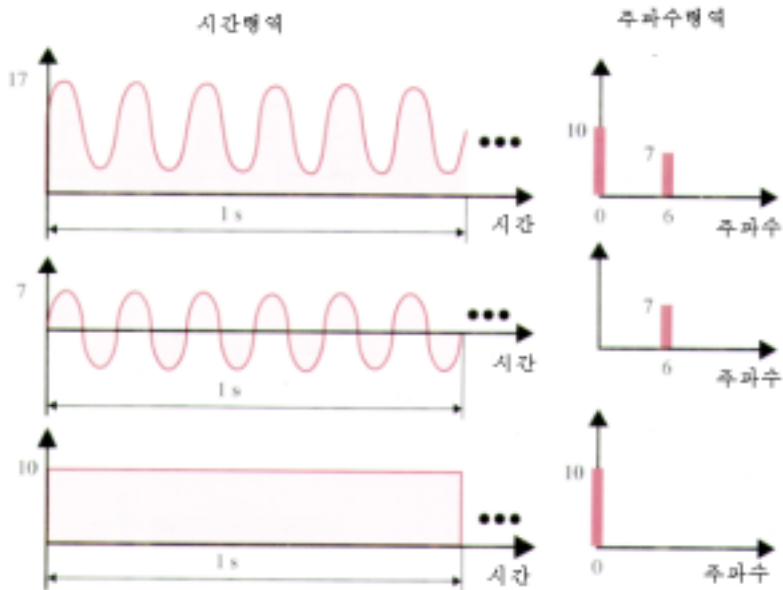



그림 4-13. 직류성분을 가진 신호

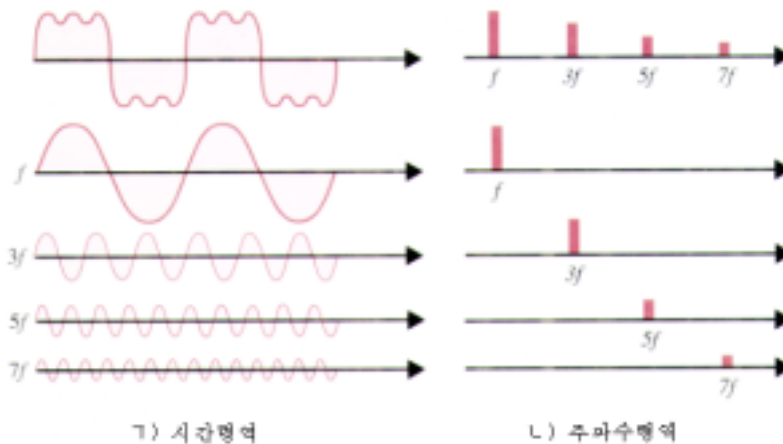



그림 4-14. 합성파형

합성신호를 단일실체로 설명하는 시간령역그라프와 대조적으로 합성신호에 대한 여러가지 주파수령역그라프를 보여 준다. 여기서는 다른것에 대한 매 성분의 영향을 보여주지 않고 신호를 독립적인 주파수들의 모임으로 보여 준다.

비록 두 신호들의 호상간 영향을 리해하는데 시간령역그라프가 더 유용하다 하더라도 주파수령역그라프의 수직띠는 합성시누스파형의 상대적주파수와 진폭을 보다 명백하게 볼수 있게 한다. 그림 4-14는 합성신호가 4개 구성성분으로 분해된다는것을 보여 준다. 이 신호는 수자신호에 가깝다. 정확한 수자신호의 경우에 서로 다른 진폭을 가진 무한한 개수의 기수조화신호들(f, $3f$, $5f$, $7f$, $9f$, …)을 요구한다. 역시 주파수령역그라프를 보여 주었다.

주파수스펙트르와 통과대역

여기서 언급하는 두가지 술어 즉 스펙트르와 통과대역이 있다. 스펙트르와 통과대역 신호의 주파수스펙트르는 그것이 포함하는 모든 주파수성분들의 모임이며 이것은 주파수령역그라프를 리용하여 보여 준다. 신호의 대역너비는 주파수스펙트르대역너비이다(그림 4-15를 참고). 즉 주파수스펙트르는 대역안의 요소들로 간주한다. 통과대역을 계산하기 위하여 대역의 높은 주파수에서 낮은 주파수들을 던다.

신호의 주파수스펙트르는 신호를 구성하는 시누스파신호모두의 결합이다.

실례 4.8

주파수가 100, 300, 500, 700, 900Hz인 어떤 신호가 5개의 시누스파로 분해된다면 대역너비는 얼마인가. 모든 성분들이 10V의 최대진폭을 가졌다고 보고 스펙트르를 그리시오.

풀이

높은 주파수를 f_h, 낮은 주파수를 f_l, 대역너비를 B라고 하자. 그러면

$$B = f_h - f_l = 900 - 100 = 800\text{Hz}$$

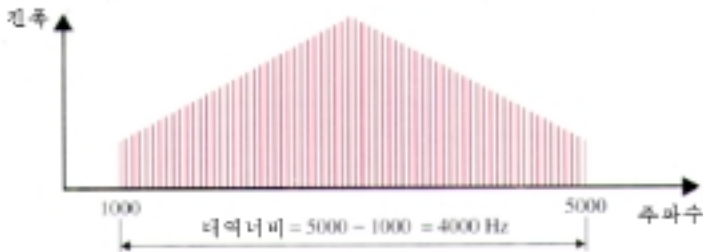



그림 4-15. 대역너비

이다. 스펙트르는 100, 300, 500, 700, 900에서의 다섯개 띠만을 가진다(그림 4-16을 참고).

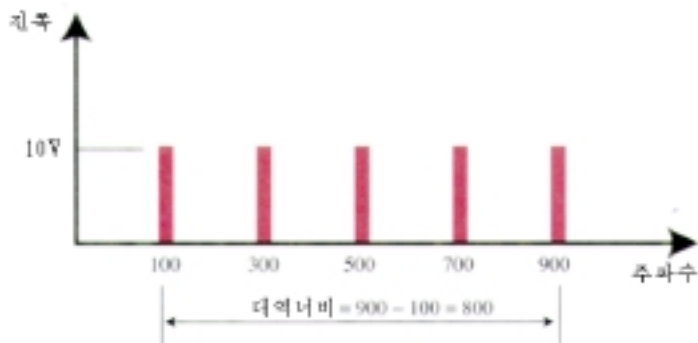



그림 4-16. 실례 4. 8

실례 4. 9

한 신호가 20Hz인 대역너비를 가진다. 제일 높은 주파수는 60Hz이다. 제일 낮은 주파수는 얼마인가. 그 신호가 모두 옹근수주파수이며 같은 진폭으로 구성되였다고 보고 스펙트르를 그리시오.

풀이

제일 높은 주파수를 f_h, 제일 낮은 주파수를 f_l, 통과대역을 B라고 하자. 그러면

$$B = f_h - f_l \to 20 = 60 - f_l \to f_l = 60 - 20 = 40\text{Hz}$$

스펙트르는 옹근수주파수로 구성된다. 여기서는 몇개의 띠들로 고찰할수 있다(그림 4-17을 참고).

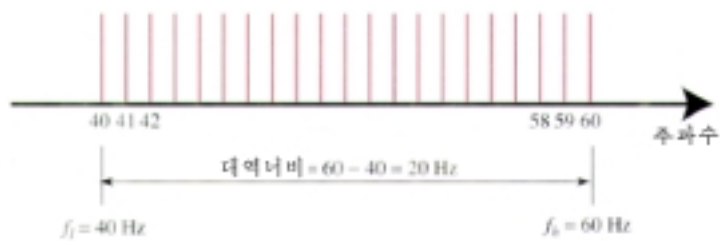



그림 4-17. 실례 4. 9

4. 6. 수자신호들

상사신호로 표시하는 자료는 수자신호로 표시할수 있다. 실례로 1은 정의 전압으로 부호화될수 있고 0은 령전압으로 부호화될수 있다(그림 4-18은 참고).

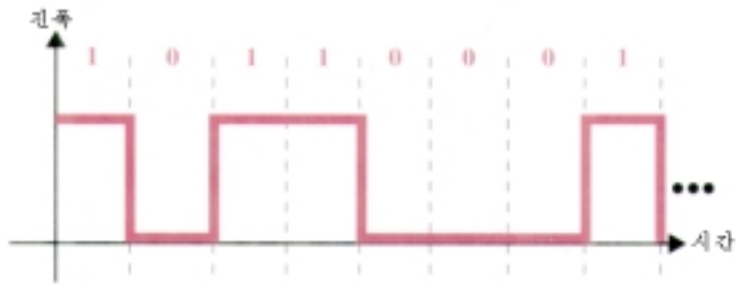



그림 4-18. 수자신호

비트간격과 비트속도

대다수의 수자신호들은 비주기적이며 주기 혹은 주파수가 고유하지 않다. 새로운 두개 술어 비트간격(주기대신)과 비트속도(주파수대신)는 수자신호들을 서술하는데 리용된다. 비트간격은 하나의 단일비트를 보내는데 요구되는 시간이다. 비트속도는 초당 비트간격들의 개수이다. 이것은 1s에 보낸 비트들의 개수를 의미하는데 보통 초당 비트수(bps)로 표시한다(그림 4-19를 참고).

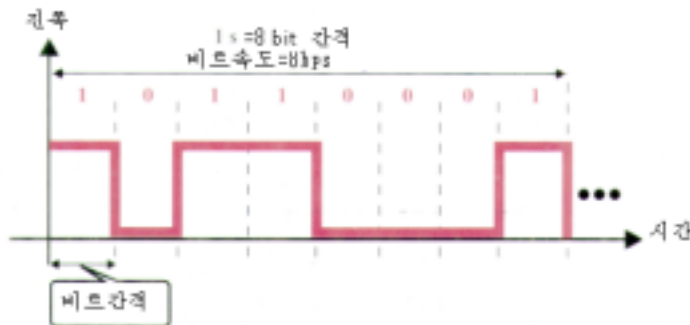



그림 4-19. 비트속도와 비트간격

실례 4. 10

한 수자신호가 2,000bps의 비트속도를 가진다. 매 비트(비트간격)의 지속시간은 얼마인가?

풀이

비트간격은 비트속도의 역수이다.

비트간격 = 1/(비트속도) = 1/2,000 = 0.0005s = $500\times10^{-6}\text{s} = 500\mu\text{s}$

실례 4. 11

한 수자신호가 40μs의 비트간격을 가진다. 비트속도는 얼마인가.

풀이

비트속도는 비트간격의 역수이다.

비트속도 $=1/(\text{비트간격}) = 1/(40\times10^{-6}) = 25{,}000\text{bit/s} = 25\times10^{3}\text{bit/s} = 25\text{kbps}$

수자신호의 분해

수자신호는 매개가 각이한 진폭, 주파수, 위상을 가진 조화파라고 하는 단순한 시누

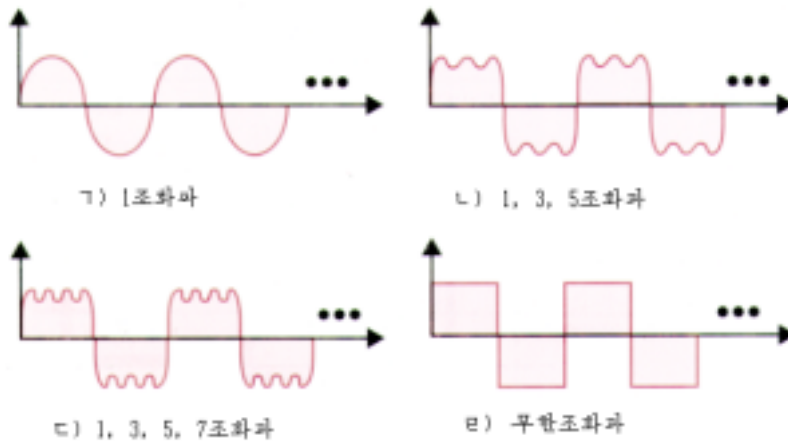



그림 4-20. 수자신호의 조화파들

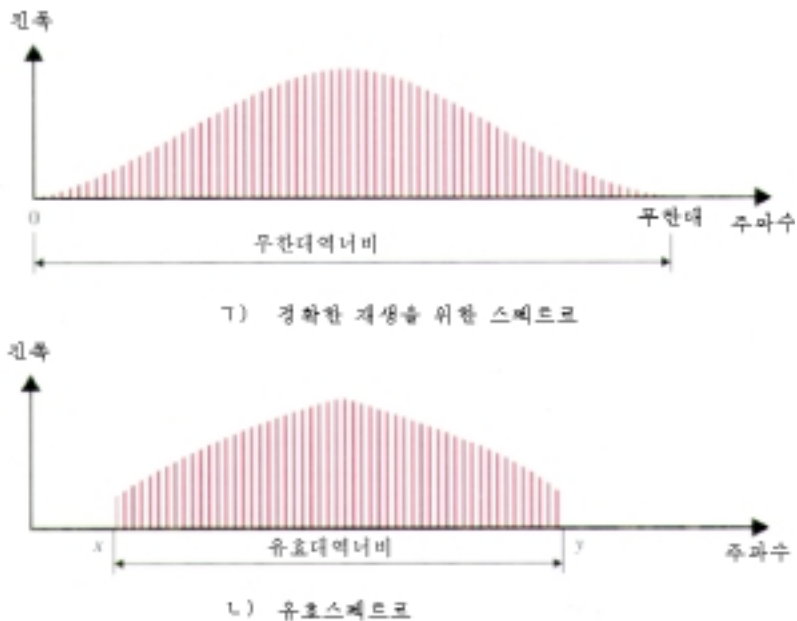



그림 4-21. 정확한 스펙트르와 유효한 스펙트르

스파형의 무한한 개수로 분해할수 있다(그림 4−20을 참고). 이것은 전송매체를 따라 수자신호를 보낼 때 무한히 많은 단순신호들을 보낸다는것을 의미한다. 수자신호의 정확한 복사를 수신하려면 주파수성분모두를 전송매체를 통하여 충실하게 전송하여야 한다. 만일 성분들의 일부가 매체를 통하여 넘어 가지 않는다면 수신기에서 신호의 이지러짐이 생긴다. 실제 매체(케블과 같은)는 전체 주파수대역을 전송할 능력이 없기때문에 항상 이지러짐이 있다.

비록 수자신호의 주파수스펙트르가 서로 다른 진폭을 가진 무한히 많은 주파수들로 구성되였다 하더라도 진폭이 유효(받아 들일수 있는 턱값이상)한 성분들만 전송한다면 수신기에서 일정한 정확성(최소이지러짐)을 가진 수자신호를 다시 만들수 있다. 여기서 무한한 스펙트르의 이 부분을 유효스펙트르로, 그 대역너비를 유효대역너비라고 부른다(그림 4−21참고).

4. 7. 실마리어

기가헤르쯔(GHz)
나노초
미크로헤르쯔
미리초
메가헤르쯔(MHz)
부호
비주기신호
비트간격
비트속도 초당 비트수(bps)
상사
상사신호
상사자료
수자
수자신호
수자자료
스펙트르
시간령역그라프
신호
주기
주기적신호
주파수령역그라프
직류(DC)
진폭
키로헤르쯔(kHz)
통과대역
테라헤르쯔(THz)
푸리예변환
푸리예해석
피코초
합성신호
헤르쯔(Hz)
위상
시누스파

4. 8. 요약

- 정보는 망을 통하여 전송하기에 앞서 전자기적인 신호들로 변환되여야 한다.
- 정보와 신호들은 상사(련속값들)이거나 수자(불련속값들)일수 있다.
- 신호가 련속적으로 되풀이되는 패턴으로 구성된다면 그것은 주기적신호이다.
- 주기신호는 시누스파의 모임으로 분해할수 있다.
- 매 시누스파는 다음의 술어에 의하여 특징 지어 질수 있다.

ㄱ) 진폭–파형의 순간적인 최대높이
ㄴ) 주파수–파형의 초당개수
ㄷ) 위상–시간축을 따르는 파형의 밀림

- 주파수와 주기는 서로 역수이다.
- 시간령역그라프는 시간의 함수로서 진폭을 작도한다.
- 주파수령역그라프는 그 주파수에 따라 시누스파의 피크진폭을 그린다.
- 신호의 대역너비는 신호가 차지하는 주파수대역이다. 대역너비는 제일 높은 주파수성분과 제일 낮은 주파수성분사이의 차를 구하는것으로 결정할수 있다.
- 신호의 스펙트르는 신호를 이루는 시누스파형들로 구성된다.
- 비트속도(초당 비트들의 개수)와 비트간격(한 비트의 지속시간)은 수자신호를 서술하는 술어이다.
- 수자신호는 시누스파형(조화파)들의 무한한 개수로 분해할수 있다.
- 수자신호의 유효스펙트르는 원래 신호를 적당하게 다시 만들수 있는 신호의 스펙트르부분이다.

4. 9. 련 습

복습문제

1. 시누스파의 세가지 특성을 설명하시오.
2. 신호의 스펙트르는 무엇인가?
3. 정보와 신호의 차이는 무엇인가?
4. 상사정보의 두가지 실례를 주시오.
5. 수자정보의 두가지 실례를 주시오.
6. 상사신호와 수자신호를 비교하시오.
7. 주기신호와 비주기신호를 비교하시오.
8. 수자자료와 상사자료사이의 차이는 무엇인가?
9. 한 신호가 −1, 0, 1의 값들만 가졌다. 이것은 상사신호인가, 수자신호인가?
10. 주기와 주파수사이의 관계는 무엇인가?
11. 주기의 단위는 무엇인가?
12. 주파수의 단위는 무엇인가?
13. 높은 주파수신호와 낮은 주파수신호를 설명하시오.
14. 신호의 진폭은 무엇으로 측정되는가?
15. 신호의 주파수는 무엇으로 측정되는가?
16. 신호의 위상은 무엇으로 측정되는가?
17. 시간령역작도축들과 주파수령역작도축들을 비교하시오.
18. 단순주기신호와 합성주기신호사이의 차이는 무엇인가?
19. 어느 형태의 그라프가 합성신호들의 구성성분을 보여 줄수 있는가?

20. 어느 형태의 그라프가 주어 진 시간에 신호의 진폭을 보여 줄수 있는가?
21. 어느 형태의 그라프가 주어 진 시간에 신호의 위상을 보여 줄수 있는가?
22. 신호의 대역너비는 스펙트르와 어떻게 관계되는가?
23. 합성신호는 개별적인 주파수들로 어떻게 분해할수 있는가?
24. 비트간격은 무엇이며 상사신호에서 대응물은 무엇인가?
25. 비트속도는 무엇이며 상사신호에서 그의 대응물은 무엇인가?

선택문제

26. 정보는 전송하기에 앞서 _______로 변환되여야 한다.
    ㄱ) 주기적인 신호
    ㄴ) 비주기적인 신호
    ㄷ) 전자기적인 신호
    ㄹ) 저주파인 파

27. 한 주기신호가 0.001s에 한 싸이클을 완성한다. 주파수는 얼마인가?
    ㄱ) 1Hz
    ㄴ) 100Hz
    ㄷ) 1kHz
    ㄹ)1MHz

28 신호의 주파수령역그라프에서 다음의 어느것이 결정될수 있는가?
    ㄱ) 주파수
    ㄴ) 위상
    ㄷ) 전력
    ㄹ) 우의 모든것

29. 신호의 주파수령역그라프로부터 다음의 어느것이 결정될수 있는가?
    ㄱ) 통과대역
    ㄴ) 위상
    ㄷ) 전력
    ㄹ) 우의 모든것

30. 주파수령역작도에서 수직축은 _____을 측정한다.
    ㄱ) 피크진폭
    ㄴ) 주파수
    ㄷ) 위상
    ㄹ) 경사도

31. 주파수령역작도에서 수평축은 _____을 측정한다.

ㄱ) 피크진폭
ㄴ) 주파수
ㄷ) 위상
ㄹ) 경사도

32. 시간령역작도에서 수직축은 _____을 측정한다.
ㄱ) 단일진폭
ㄴ) 주파수
ㄷ) 위상
ㄹ) 시간

33. 신호의 통과대역이 5kHz이고 제일 낮은 주파수가 52kHz라면 제일 높은 주파수는 얼마인가?
ㄱ) 5kHz
ㄴ) 10kHz
ㄷ) 47kHz
ㄹ) 57kHz

34. 40kHz부터 4MHz까지의 대역을 가진 신호의 통과대역은 얼마인가?
ㄱ) 36MHz
ㄴ) 360kHz
ㄷ) 390MHz
ㄹ) 396kHz

35. 신호의 구성성분가운데서 하나가 령인 주파수를 가질 때 신호진폭의 평균값은 _____
ㄱ) 령보다 크다.
ㄴ) 령보다 작다.
ㄷ) 령이다.
ㄹ) ㄱ) 혹은 ㄴ)

36. 주기신호는 _____ 항상 분해할수 있다.
ㄱ) 정확히 시누스파형의 기수개수로
ㄴ) 시누스파형들의 모임으로
ㄷ) 그것중의 하나는 0°의 위상을 가진 시누스파형의 모임으로
ㄹ) 우에는 없다.

37. 주파수가 증가할 때 주기는 _____
ㄱ) 감소한다.
ㄴ) 증가한다.
ㄷ) 상수이다.

ㄹ) 2배로 된다.

38. A와 B인 두 시누스파가 주어 졌을 때 A의 주파수가 B의 주파수의 2배라면 B의 주기는 A주기의 _____이다.
ㄱ) 절반
ㄴ) 2배
ㄷ) 같다.
ㄹ) 로 결정된다.

39. 그림 4−2에서 수직축을 따라 얼마의 값을 표시하여야 하는가?
ㄱ) 1
ㄴ) 2
ㄷ) 3
ㄹ) 무수히 많은 값

40. 그림 4−2 ㄴ)에서 수평축을 따라 얼마의 값을 표시하여야 하는가?
ㄱ) 1
ㄴ) 2
ㄷ) 3
ㄹ) 무수히 많은 값

41. 시누스파는 ____이다.
ㄱ) 주기적이며 련속
ㄴ) 비주기적이며 련속
ㄷ) 주기적이며 불련속
ㄹ) 비주기적이며 불련속이다.

42. 시누스파의 최대진폭이 2V라면 최소진폭은 ___V이다.
ㄱ) 2
ㄴ) 1
ㄷ) −2
ㄹ) −2와 2사이

43. 한 시누스가 한 주기에 1,000개의 싸이클을 완성한다. 주기는 얼마인가.
ㄱ) 1ms
ㄴ) 10ms
ㄷ) 100ms
ㄹ) 1000ms

44. 그림 4−7. ㄴ)에서 만일 최대진폭이 A이고 주기가 P초라면 P/2에서 진폭은 얼마인가.

ㄱ) A
ㄴ) −A
ㄷ) 0
ㄹ) −A와 A사이의 어떤 값

련습문제

45.몇 kHz인가
ㄱ) 1Hz에서
ㄴ) 1MHz에서
ㄷ) GHz에서
ㄹ) THz에서

46. 다음의것을 다시 쓰시오.
ㄱ) 10,000Hz를 kHz로
ㄴ) 25,340kHz를 MHz로
ㄷ) 108GHz를 kHz로
ㄹ) 2,456764Hz를 MHz로

47. 다음의것을 다시 쓰시오.
ㄱ) 0.0005s를 미리초로
ㄴ) 0.01231ms를 미크로초로
ㄷ) 0.0000234s를 피코초로
ㄹ) 0.003451s를 나노초로

48. 아래에 련결된 주파수들에 해당한 주기를 계산하시오. 주기를 s, ms, µs, ns, ps로 표시하시오.
ㄱ) 24Hz
ㄴ) 8MHz
ㄷ) 140kHz
ㄹ) 12THz

49. 아래에 련결된 주기에 해당한 주파수를 계산하시오. 주파수를 Hz, KHz, MHz, GHz, THz로 표시하시오.
ㄱ) 5s
ㄴ) 12µs
ㄷ) 220ns
ㄹ) 81ps

50. 다음의 경우에 위상밀림은 얼마인가?

ㄱ) 령인 시간에 최대진폭을 가진 시누스파
ㄴ) 1/4싸이클후에 최대진폭을 가진 시누스파
ㄷ) 3/4싸이클후에 령진폭을 가지고 증가하는 시누스파
ㄹ) 1/4싸이클후에 최대진폭을 가진 시누스파

51. 다음과 같은 싸이클지연에 대응하는 위상밀림을 각도로 표시하시오.
ㄱ) 1싸이클
ㄴ) 1/2싸이클
ㄷ) 3/4싸이클
ㄹ) 1/3싸이클

52. 다음의 각도에 해당하는 지연을 싸이클로 표시하시오.
ㄱ) 45°
ㄴ) 90°
ㄷ) 60°
ㄹ) 360°

53. 최대진폭 15V, 주파수 5, 위상 270을 가진 시누스파의 시간령역그라프(1s에 대한 것만)를 그리시오.

54. 두개의 시누스파형으로 같은 시간령역그라프를 그리시오. 매 신호의 특성은 아래에 주어 졌다.
신호 A, 진폭 40, 주파수 9, 위상 0
신호 B, 진폭 10, 주파수 9, 위상 0

55. 90°의 위상밀림을 가진 시누스파의 두 주기를 그리시오. 같은 도표우에서 같은 위상밀림을 가진 시누스파를 그리시오.

56. 0Hz, 20Hz, 50Hz, 200Hz의 4개 시누스파신호로 구성된 신호의 통과대역은 얼마인가? 최대진폭은 모두 같다. 주파수스펙트르를 그리시오.

57. 2,000Hz의 대역너비를 가진 주기적인 합성신호가 두개의 시누스파형으로 합성되였다. 첫번째것은 최대진폭이 20V이고 주파수가 100Hz인 주파수이고 두번째것은 5V의 최대진폭을 가졌다. 주파수스펙트르를 그리시오.

58. 0°의 위상을 가진 임의의 시누스파를 두 주기 즉 90°의 위상밀림을 가진 같은 시누스파를 두 주기 그려서 시누스파가 어떻게 위상을 변화시킬수 있는가를 보여 주시오.

59. A라고 부르는 시누스파를 가졌다고 하자. A의 반전을 그리시오. 다시 말하여 신호 −A를 그리시오. 신호의 반전을 위상밀림과 관련시킬수 있는가? 몇도인가?

60. 어느 신호가 더 높은 대역너비를 가지고 있는가? 초당 100번 변하는 신호와 초당 200번 변하는 신호.

61. 다음의 매 신호에 대한 비트속도는 얼마인가?
ㄱ) 한 비트가 0.001s인 신호
ㄴ) 한 비트가 2ms인 신호

ㄷ) 10bit가 20μs인 신호
ㄹ) 1,000bit가 250ps인 신호

62. 다음의 매 신호들의 경우에 한 비트의 지속시간은 얼마인가?
ㄱ) 100bps의 비트속도를 가진 신호
ㄴ) 200kbps의 비트속도를 가진 신호
ㄷ) 5bps의 비트속도를 가진 신호
ㄹ) 1Gbps의 비트속도를 가진 신호

63. 한 장치가 1,000bps의 속도로 자료를 송신한다.
ㄱ) 10bit를 보내려면 얼마의 시간이 필요한가?
ㄴ) 단일문자(8bit)를 보내려면 얼마의 시간이 필요한가?
ㄷ) 100,000문자의 파일을 전송하려면 얼마의 시간이 필요한가?

64. 그림 4-22에서 신호의 비트속도는 얼마인가?

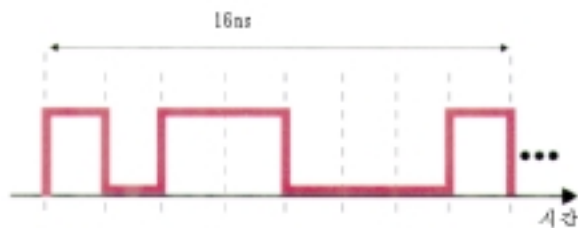



그림 4-22. 문제 65

65. 그림 4-23에서 신호의 주파수는 얼마인가?

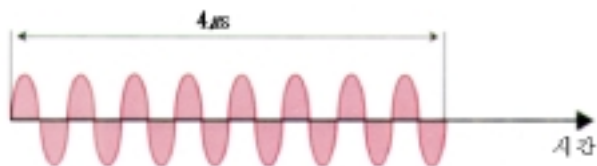



그림 4-23. 문제 66

66. 그림 4-24에서 보여 준 신호를 시간령역표시로 그리시오.

그림 4-24. 문제 67

67. 그림 4-25에서 보여 준 신호를 주파수령역표시로 그리시오.

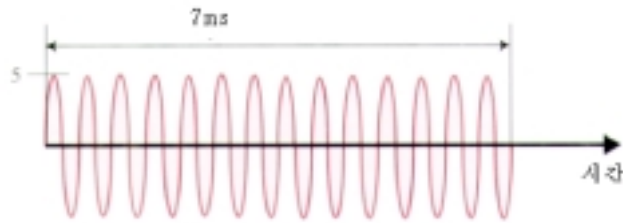



그림 4-25. 문제 68

68. 그림 4-26에서 보여 준 합성신호의 통과대역은 얼마인가?

그림 4-26. 문제 69

69. 그림 4-27에서 보여 준 신호의 통과대역은 얼마인가?

70. 한 합성신호가 10kHz부터 30kHz까지 포함하고 있다. 매개 진폭은 10V이다. 주파수스펙트르를 그리시오.

그림 4-27. 문제 70

71. 한 합성신호가 10kHz부터 30kHz까지의 주파수를 포함하고 있다. 진폭은 제일 낮은 주파수와 제일 높은 신호의 경우에 령이고 20kHz신호의 경우에 30V이다. 진폭은 최소로부터 최대까지 경사지게 변한다고 가정하고 주파수스펙트르를 그리시오.

72. 두 신호들이 같은 주파수를 가진다. 그러나 첫 신호가 최대진폭일 때 두번째 신호는 령의 진폭을 가진다. 두 신호사이의 위상밀림은 얼마인가?

제5장. 부호화와 변조

4장에서 론의한것처럼 정보는 통신매체를 통하여 전송되기전에 신호로 변환되여야 한다.

한 장소에서 다른 장소로 정보를 보내기 위해서는 그것을 신호로 변환하여야 한다.

정보가 어떻게 변환되는가는 원래 형식과 통신장치가 사용하는 형식에 관계된다. 만일 담배연기에 의하여 신호를 전하려 한다면 연기신호를 만들기전에 어느 연기패턴이 통보문의 어느 단어와 정합되는가를 아는것이 필요하다. 단어는 정보이며 담배연기는 그 정보의 표현이다.

간단한 신호 그자체는 그 어떤 정보도 나를수 없다. 신호는 의도하는 정보를 표현하는것으로 송신자와 수신자에게 인식시킬수 있는 식별가능한 변화들을 포함하도록 조작되여야 한다. 먼저 정보는 실례로 부록 A에서 표로 제시한 정보교환을 규격코드(ASCII)를 리용하여 0과 1의 합의된 패턴으로 변환되여야 한다.

콤퓨터에 기억된 자료는 0과 1로 이루어 져 있다. 한 위치에서 다른 위치로 나르기 위하여 자료는 보통 수자신호로 바뀌워 진다. 이것을 수자대수자변환 혹은 수자자료의 수자신호로의 부호화라고 부른다.

때때로 잡음의 영향을 감소시키는것과 같은 여러가지 리유로 해서 상사신호(전화대화에서의 음성과 같음)를 수자신호로 바꾸는것이 필요하다. 이것은 상사-수자변환 혹은 상사신호의 수자화라고 부른다. 때로는 콤퓨터에서 나오는 수자신호를 상사신호로 송신하려고 할 때가 있다. 실례로 공중전화선을 리용하여 한 위치로부터 다른 위치로 자료를 보내기 위해서는 콤퓨터가 만든 수자신호를 상사신호로 바꾸어야 한다. 이것을 수자-상사변환 혹은 수자신호의 변조화라고 부른다. 흔히 상사신호는 상사매체를 리용하여 먼거리로 송신한다. 례하면 방송국에서 나오는 상사신호 그대로인 음성과 음악은 대기중으로 전달된다. 그러나 대다수의 음성과 음악은 이 종류의 전송에는 적합하지 않다. 그 신호는 고주파신호에 의해서 전송되여야 한다. 이것을 상사-상사변환 혹은 상사신호의 변조라고 부른다.

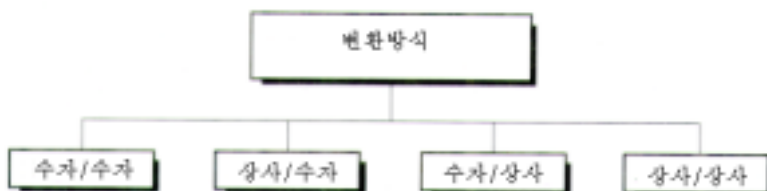



그림 5-1. 각이한 변환형식

그림 5-1은 이 네가지 각이한 변환방식을 보여 준다.

5. 1. 수자-수자변환

수자-수자변환의 부호화 혹은 변환은 수자정보를 수자신호로 변환한것이다. 례하면 콤퓨터에서 인쇄기에로 정보를 전송할 때 원래 자료와 전송된 자료는 수자이다. 이러한 형태의 부호화에서 콤퓨터가 내보내는 1과 0의 2진수는 도선으로 전파될수 있는 전압과 임풀스렬들로 전달된다. 그림 5-2는 수자정보, 수자-수자부호화장치, 결과적인 수자신호들사이의 관계를 보여 준다.

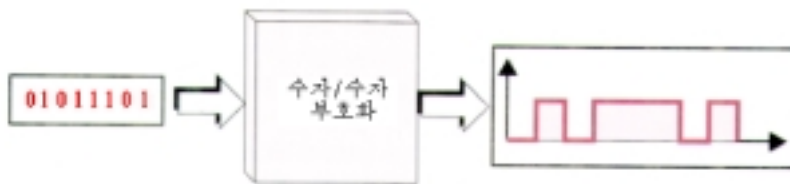



그림 5-2. 수자-수자부호들

수자-수자부호화에 대한 많은 방법들중에서 자료통신에 가장 유용한것만을 론의할것이다.

이것들은 단극성, 극성, 쌍극성 등 세가지로 분류할수 있다(그림 5-3을 참고). 단극성부호화는 하나의 수법만을 가지는 단순한것이다. 극성부호화는 NRZ, RZ 그리고 쌍위상형의 세 부류로 나누이며 그중 두개는 여러가지 변종을 가진다. 세번째 선택인 쌍극성부호화는 세 변종 AMI, B8ZS, HDB3을 가진다.

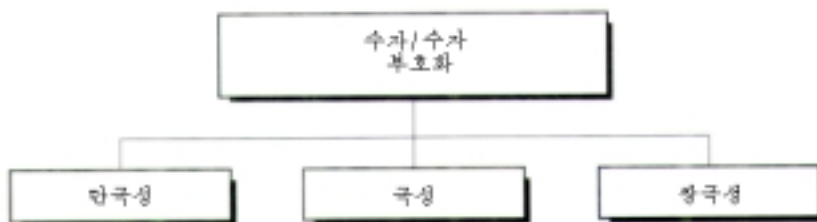



그림 5-3. 전형적인 수자-수자부호화

단극성

단극성부호화는 가장 간단하고 초보적인것이다. 비록 오늘날 거의 쓰이지 않지만 그 단순성으로 하여 아주 복잡한 부호화체계에서의 개념들이 쉽게 리해되게 하며 어떤 수자체계가 극복하여야 할 여러가지 문제들을 검토하게 한다. 수자전송체계들은 보통 도선

혹은 케블인 매체련결고리를 따라서 전압임풀스들을 보내는 작업을 한다.

대다수 부호화형태들에서 하나의 전압준위는 2진수 0을 의미하고 다른 준위는 2진수 1을 의미한다. 임풀스의 극성은 그것이 정이거나 부로 된다. 단극성부호화는 한 극성만을 리용하기때문에 그렇게 불리우는것이다. 이 극성은 두 2진상태중의 하나에 배당되는데 보통 1이며 0인 다른 상태는 보통 령볼트이다.

단극성부호화는 한 준위값만 리용한다.

그림 5-4는 단극성부호화를 보여 준다. 이 실례에서 1은 정인 값으로 부호화되고 0은 령값으로 부호화되였다. 그밖에 단극성부호화는 실현에서 비용이 적게 드는 우점이 있다. 그러나 단극성부호화는 최소한 두가지 문제를 가지고 있는데 직류성분과 동기화이다.

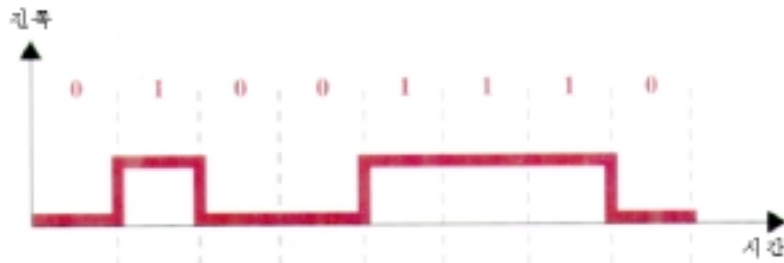



그림 5-4. 단극성부호화

직류성분

단극성부호화신호의 평균진폭은 령이 아니다. 이것은 직류(DC)성분(령주파수를 가진 성분)을 가지고 있다. 신호가 직류성분을 포함하고 있을 때 직류성분을 조종할수 없는 매체를 통해서는 전달될수 없다.

동기화

신호가 변하지 않을 때 수신기는 매 비트의 시작과 끝을 결정할수 없다. 따라서 단극성부호화에서 동기문제는 자료렬이 1 혹은 0의 긴 렬을 포함하고 있을 때 발생한다. 수자부호화형식은 전압준위변화로 비트형태의 변화를 나타내는데 사용한다. 신호변화는 또한 한 비트가 끝나고 새 비트가 시작되였다는것을 가리킨다. 그러나 단극성부호화에서 한 종류의 비트렬, 말하자면 7개의 1은 전압변화를 가지지 않는다. 즉 단일 1bit길이의 7배만큼 떨어 지지 않는 정의전압을 가진다. 렬에서 다음 비트의 시작을 가리키는 신호변화가 없을 때마다 수신기는 시간조종기에 기대를 가진다. 1,000bps의 예견되는 비트속도가 주어 졌을 때 수신기가 0.005s를 유지하는 정의전압을 검출한다면 그것은 0.001s당 하나의 1 혹은 0.005s동안에 다섯개의 1을 읽게 된다.

그러나 송신기와 수신기의 박자사이에 동기가 없어서 신호의 시간조종이 파괴되면

5개의 1들이 0.006s동안 지속되여 수신기는 1bit를 더 읽을수도 있다. 자료렬에서 이 하나의 추가비트는 그 이후의 모든것이 오유 있는것으로 해신되게 한다. 단극성전송의 동기를 조종하기 위하여 개발된 하나의 방도는 박자임풀스들을 전송하는 추가적인 분리병렬회선을 리용하여 수신장치박자를 송신신호의 박자에 재동기시키게 하는것이다. 그러나 전송에 리용되는 회선들의 개수를 2중화하는것은 비용을 증가시키므로 비경제적으로 된다.

극성

극성부호화는 두 전압준위를 리용한다. 그 하나는 정이고 다른것은 부이다. 대다수의 극성부호화방법에서는 량쪽 준위를 리용하므로 회선에서의 평균전압준위가 감소되고 단극성부호화의 직류성분문제는 해결된다. 만체스터부호화와 차동만체스터부호화에서는 매 비트가 정과 부의 전압으로 표시되기때문에 직류성분은 제거된다.

극성부호화는 진폭의 두 준위(정과 부)를 리용한다.

여기서는 많이 존재하는 극성부호화변종들중에서 가장 보편적인 세가지 방식인 비령복귀(NRZ), 령복귀(RZ), 쌍위상만을 고찰한다. NRZ부호화에는 준위−비령복귀(NRZ−L), 반전−비령복귀(NRZ−I)가 포함된다. 쌍위상형도 두 방식으로 고찰될수 있다. 첫번째인 만체스터방식은 이써네트 LAN이 사용하는 방식이다. 두번째인 차동만체스터는 통표고리 LAN이 사용하는 방식이다(그림 5−5를 참고).

비령복귀(NRZ)

NRZ부호화에서 신호의 준위는 항상 정 혹은 부이다. NRZ부호화의 가장 일반적인 두 방식을 아래에서 고찰한다.

NRZ−L NRZ−L부호화에서 신호의 준위는 그것을 표현하는 비트의 형태에 의존한다. 보통 정의전압은 그 비트가 0이라는것을 의미하며 부의전압은 1이라는것을 의미한다(그 역도 된다.). 즉 신호의 준위는 비트의 상태에 의존한다.

그림 5−5. 극성부호화의 형태들

NRZ-L에서 신호의 준위는 비트의 상태에 의존한다.

자료에 0과 1의 긴 렬이 있을 때에는 문제가 발생할수 있다. 수신기는 련속적인 전압을 받을 때 송신기박자와 동기될수도 있고 안될수도 있는데 이때 박자에 기초하여 얼마나 많은 비트들이 송신되였는가를 결정하여야 한다.

NRZ-I NRZ-I에서 전압준위의 반전은 1인 비트를 표시한다.

비트를 표시하는것은 전압 그자체가 아니고 정의 전압과 부의 전압사이에서의 이행이다. NRZ-I는 비트 1이 들어 올 때마다 신호변화가 동기를 보장하기때문에 NRZ-L보다 더 우월하다. 수신기는 자료렬에 1이 있을 때마다 시계를 재동기화시킨다. 0들의 렬은 역시 문제가 있으나 그런 경우는 별로 발생하지 않으며 문제가 없다고 본다.

NRZ-I에서 신호는 1일 때 반전한다.

그림 5-6에 같은 비트렬에 대한 NRZ-L과 NRZ-I표현을 보여 주었다.

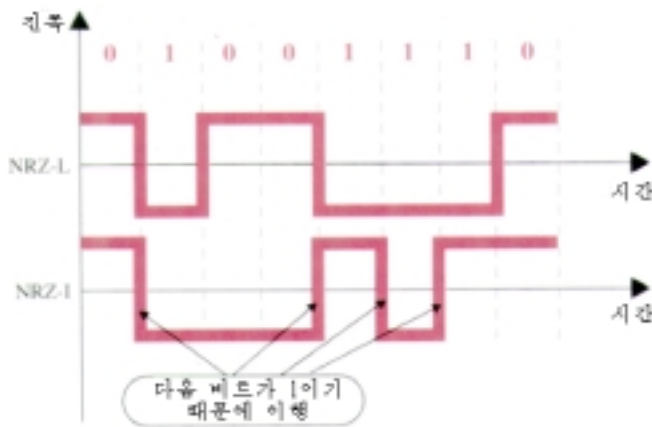



그림 5-6. NRZ-L과 NRZ-I부호화

NRZ-L렬에서 정과 부전압은 의미를 가진다. 즉 0인 경우에 정, 1인 경우에 부이다. NRZ-I렬에서 전압은 의미가 없다. 대신에 수신기는 한 준위로부터 다른 준위에로의 변화를 1로 인식한다.

령복귀(RZ)

어떤 시간에 자료는 련속되는 1 혹은 0의 렬을 포함하며 수신기는 그 위치를 잃을수 있다. 단극성부호와의 경우에 고찰한것처럼 동기화를 확신할수 있는 한가지 방법은 다른 통로로 개별적인 시간신호를 보내는것이다. 그러나 이 해결방도는 원가가 비싼것과 그것

이 가지고 있는 오유경향성의 두 문제점이 있다. 더 좋은 해결방도는 NRZ-I가 하는것처럼 어떻게 해서든지 부호화된 신호에 동기를 포함시키는것인데 1들은 물론이고 0들의 렬에 대해서도 조종할수 있게 하는것이다.

동기를 확신하려면 매 비트에 대하여 신호변화가 있어야 한다. 수신기는 자체의 박자를 만들어 내고, 갱신하고, 동기화하는데 이 변화들을 리용할수 있다. 우에서 본것처럼 NRZ-I에서는 1들의 렬로써 이것을 실현하였다. 그러나 매 비트를 변화시키기 위해서는 두 값이상을 요구한다. 하나의 방도는 령복귀(RZ)부호화인데 그것은 세 값을 리용한다. 즉 정값, 부값, 령값이다. RZ에서 신호는 비트들사이가 아니라 매 비트기간에 변한다. NRZ-L과 같이 정인 전압은 1을 의미하고 부인 전압은 0을 의미한다. 그러나 NRZ-L과는 달리 매 비트의 반구간에서 신호는 령으로 복귀한다. 정 혹은 부 하나로가 아니라 비트 1은 정-령으로 표시하고 비트 0은 부-령으로 표시한다. 그림 5-7은 그 개념을 보여 주고 있다.

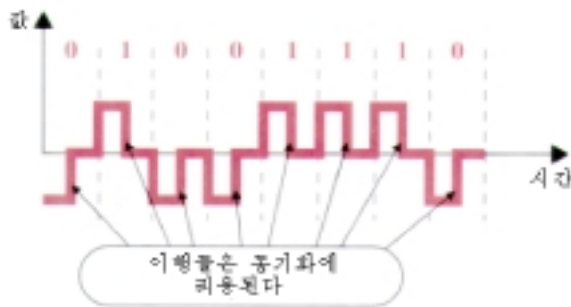



그림 5-7. RZ부호화

RZ부호화의 주요결함은 한 비트를 부호화하는데 두 신호변화를 요구하며 따라서 넓은 통과대역을 차지하는것이다. 그러나 지금까지 검토한 세가지 방식중에서 이 방법이 가장 효과적이다.

제일 좋게 부호화된 수자신호는 동기화의 대책이 세워 진것이다.

쌍위상

동기화문제에 대하여 제일 좋은 해결방도를 가지고 있는것은 쌍위상부호화라고 말할수 있다. 이 방식에서는 신호가 비트기간의 중간에서 변화하는데 령으로 귀환하지 않고 반대극성으로 변화한다. RZ에서처럼 이 중간구간에서의 이행은 동기화되게 한다. 앞에서 언급한것처럼 오늘날 망에서 리용하는 두가지 형태의 쌍위상부호화가 있다. 즉 만체스터와 차동만체스터이다.

쌍위상부호화는 서로 다른 두가지 방식으로 실현되는데 만체스터와 차동만체스ᵢ 이다.

만체스터 만체스터부호화는 동기와 비트표현 둘다를 위해서 매 비트간격의 가운데서 반전한다. 부-정이행은 2진수 1을 표시하고 정-부이행은 2진수 0을 표시한다. 단일이행을 리용함으로써 만체스터부호화는 진폭의 두 준위만을 가지고서도 RZ와 같은 동기화의 수준에 이르게 된다.

만체스터부호화에서는 비트중간에서의 이행이 동기와 비트표시에 다 리용된다

차동만체스터 차동만체스터에서는 비트간격 중간에서의 반전이 동기화에 리용되나 구간시작에서의 보충적이행에 따라 비트를 식별한다.

이행은 2진수 0을 의미하고 이행이 없다면 2진수 1을 의미한다. 차동만체스터는 2진수 0을 표시하는데 두개 신호를 요구하고 2진수 1을 표시하는데는 한개만을 요구한다.

차동만체스터부호화에서 비트중간에서의 이행은 동기화를 위해서만 리용된다. 그 비트의 표시는 비트시작에서 반전 혹은 비반전으로 보여 준다.

그림 5-8에 같은 비트패턴의 경우에 대한 만체스터와 차동만체스터신호를 보여 주었다.

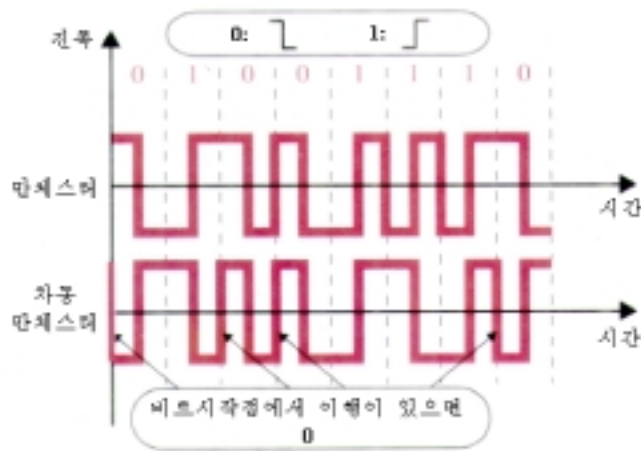



그림 5-8. 만체스터와 차동만체스터부호화

쌍극성

RZ와 같이 쌍극성부호화는 세개 전압준위 정값, 부값, 령값을 리용한다. 그러나 RZ와는 달리 쌍극성부호화에서 령준위는 2진수 0을 표시하는데 사용된다. 1은 정과 부전압의 교차로 표시된다. 만일 첫 비트 1이 정의 진폭으로 표시된다면 두번째것은 부의 진폭으로 표시될것이며 세번째는 정의 진폭으로 표시된다. 이와 같은 교체는 비트 1들이 련

속되지 않을 때에도 일어 난다.

> 쌍극성부호화에서는 정값, 부값, 령값의 세개 준위를 리용한다.

자료통신분야에는 일반적으로 사용되는 세가지 쌍극성부호화형태가 있다. 즉 AMI, B8ZS, HDB3(그림 5-9를 참고)이다.

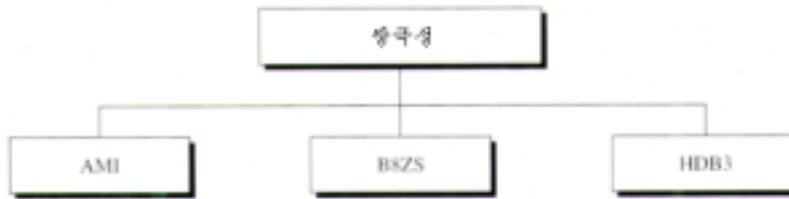



그림 5-9. 쌍극성부호화의 형태들

쌍극성교번표식반전(AMI)

쌍극성교번표식반전(AMI)은 쌍극성부호화중에서 가장 간단한 형태이다. 교번표식반전이름에서 단어마크는 전신에서 유래되였으며 1을 의미한다. 그러므로 AMI는 교번하는 1반전을 의미한다. 본질적으로 령전압은 0을 표시한다. 2진수 1들은 정의전압과 부의전압 교체로 표시된다. 그림 5-10에 하나의 실례를 주었다.

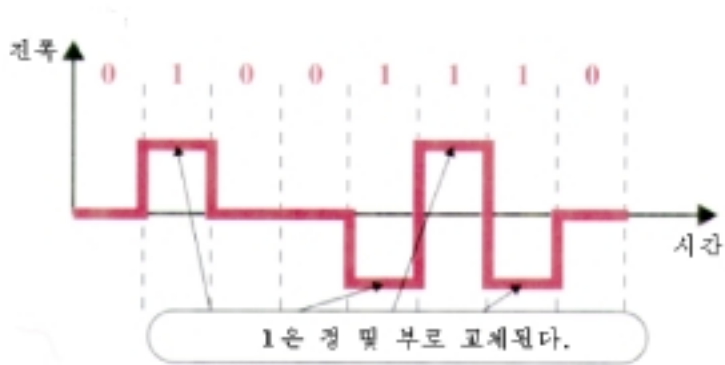



그림 5-10. 쌍극성AMI부호화

쌍극성AMI의 한 변종은 2진수 0이 정의전압과 부의전압사이에서 교체하는 가상3진부호화라고 불리우는것이다. 1이 출현할 때 반전하는것으로 쌍극성AMI는 두가지 좋은점을 가진다. 첫째로 직류성분이 령이고 둘째로 1들의 긴 렬에 대하여 동기를 맞출수 있는것이다. 0들의 긴 렬의 동기화를 확신할수 있는 구조는 없다. 쌍극성AMI의 두가지 변종

은 0들의 렬을 동기화하는 문제를 해결하기 위하여, 특히 먼거리전송을 위해서 개발되였다. 북아메리카에서 사용되는 첫번째것은 쌍극성8-령치환(B8ZS)이라고 부르며 유럽에서 리용되는 두번째것은 고밀도쌍극성3(HDB3)이라고 부른다. 둘다 다중련속0들의 경우에만 원래 패턴을 변형시키는 쌍극성AMI의 적응형이다.

쌍극성8-령치환(B8ZS)

B8ZS는 0들의 긴 렬에 대한 동기를 보장하기 위하여 북아메리카에서 받아 들인 규정이다. 대다수 경우에 B8ZS는 쌍극성AMI와 같게 동작한다. 쌍극성AMI는 그것이 맞다드는 매 1에 대하여 극성을 바꾼다. 이 변화들은 수신기가 요구하는 동기를 보장하게 한다. 그러나 신호들은 0들의 렬기간은 변화하지 않으며 따라서 흔히 동기를 잃어버리기 쉽다.

B8ZS와 쌍극성AMI사이의 차이는 자료렬에 0들이 8개 혹은 그이상 있을 때마다 생기는것이다. B8ZS가 보장하는 방도는 0렬안에 위반이라고 부르는 인위적인 신호변화를 주는것이다. 렬에서 0들이 8개 생기는 어떤 순간에 B8ZS는 이전의 1(0들의 바로 전에 발생한 1)의 극성에 기초하여 패턴에서 변화가 생기게 한다(그림 5-11을 참고).

만일 이전의 비트 1이 정이였다면 8개 0들은 령, 령, 령, 정, 부, 령, 부, 정으로 부호화된다. 수신기는 1들을 식별하기 위하여 교번하는 극성들을 찾는다. 그것이 세개의 0근방에서 두개의 련속적인 정의 변화를 찾는다면 그것은 패턴이 일부러 끌어 들인 위반이고 오유는 아니라고 인식한다. 그다음 예견된 위반의 두번째 쌍을 찾는다. 그것들을 찾을 때 수신기는 모든 8bit를 0으로 변환하고 규격쌍극성AMI방식으로 다시 바꾼다.

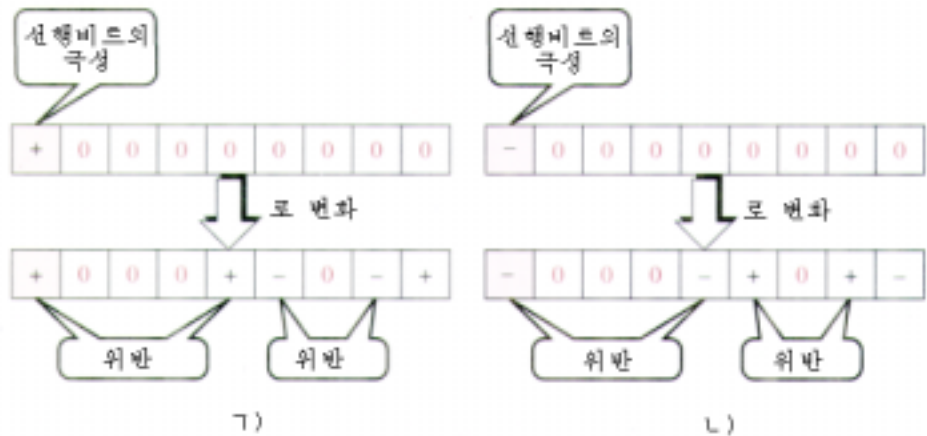



그림 5-11. B8ZS부호화

만일 이전의 극성이 부였다면 위반의 패턴은 같으나 극성은 반전시키지 않는다. 정과 부의 패턴을 그림 5-11에서 보여 주었다.

B8ZS에서는 0들이 련속으로 여덟개 들어 온다면 앞의 1의 극성에 준하여 두가지 방법으로 패턴을 변화시킨다.

고밀도쌍극성3(HDB3)

련속되는 0들의 렬을 동기화하는 문제는 여러 나라들에서 서로 다르게 해결하였다. 어느 한 나라에서 리용하는 HDB3이라고 부르는 이 규정에서는 B8ZS처럼 8개동안 기다리지 않고 4개 련속되는 0들과 맞다들 때마다 쌍극성AMI패턴으로 바꾸게 하였다. 비록 이름이 HDB3이지만 련속되는 4개의 0들이 있을 때마다 패턴이 변화한다(그림 5-12를 참고).

그림 5-12. HDB3부호화

HDB3에서는 4개의 0들이 련속 들어 온다면 이전 1의 극성과 마지막치환이후 1들의 개수에 기초하여 4개의 방법가운데서 하나로 패턴을 변화시킨다.

B8ZS에서처럼 HDB3에서 위반의 패턴은 이전 비트 1의 극성에 기초한다. HDB3도 역시 마지막치환이후 비트렬에서 발생한 1들의 개수를 살펴 본다. 마지막치환이후 1들의 개수가 기수일 때마다 B8SZ는 계속되는 0의 네번째 위치에 위반을 조작한다. 만일 이전비트의 극성이 정이였다면 위반은 정이다. 이전 비트의 극성이 부였다면 위반은 부이다. 마지막치환이후 1들의 개수가 우수일 때마다 B8ZS는 계속되는 첫번째와 네번째 0의 두 위치에 위반을 조작한다. 만일 이전 비트의 극성이 정이였다면 두 위반이 다 정이다. 네번째의 패턴을 그림 5-12에서 보여 주었다. 여기서 볼수 있는것처럼 초점은 장치가 인식할수 있는 방법으로 규격패턴을 위반시키는것과 체계를 동기시키기 위하여 이 위반을 리용하는것이다.

실례 5. 1

B8ZS를 리용하여 비트렬 10000000000100을 부호화하자. 첫 1의 극성이 정이라고 본다.

풀이

그림 5-13을 보시오.

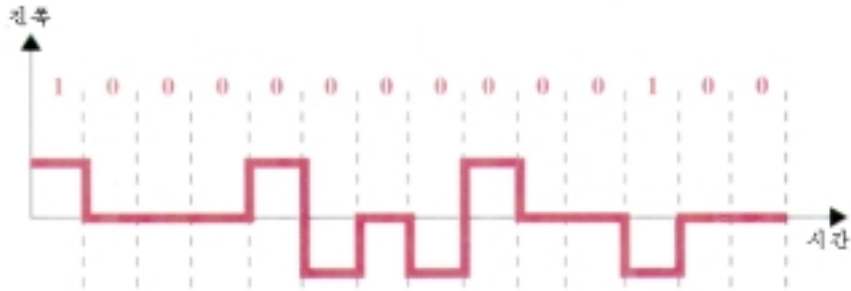



그림 5-13. 실례 5. 1에 대한 풀이

실례 5. 2

HDB3을 리용하여 비트렬 10000000000100을 부호화하자. 지금까지 1들의 개수가 기수이고 첫 1이 정이라고 가정한다.

풀이

그림 5-14를 보시오.

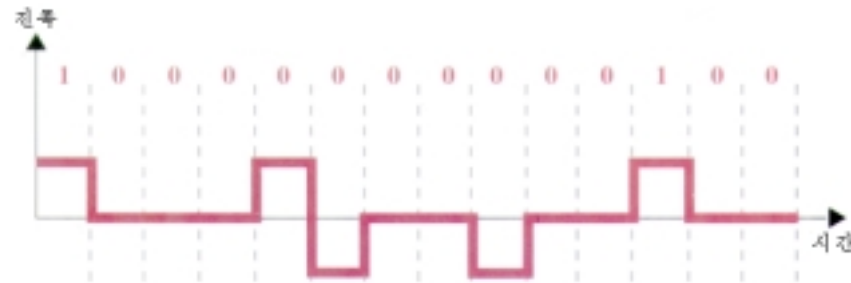



그림 5-14. 실례 5. 2에 대한 풀이

5. 2. 상사-수자변환

우리는 때때로 상사신호를 수자화하는것이 필요하기도 하다. 실례로 먼거리로 음성을 보내려고 할 때 수자신호들은 잡음이 작기때문에 수자화하는것이 필요하다. 이것을 상사-수자변환 혹은 상사신호의 수자화라고 부른다. 상사형통보가 최소의 정보손실을 가지고 수자렬로 표시될수 있도록 값들의 개수를 감소시킬것을 요구한다. 상사-수자변환에 대한 여러가지 방법들을 이 장의 마지막에서 론의할것이다. 그림 5-15는 부호기(부호기/

해신기)라고 부르는 상사-수자변환기를 보여 준다.

상사-수자변환에서는 련속파형에 포함된 정보를 수자임풀스렬(1 혹은 0)로 표현하고 있다.

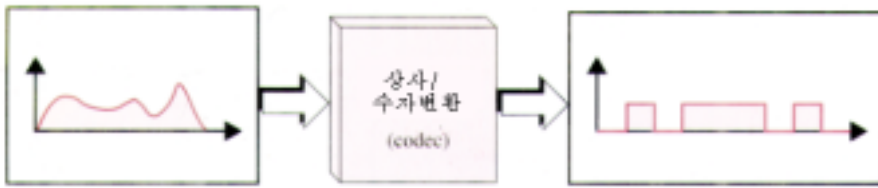



그림 5-15. 상사-수자변환

상사-수자변환은 5.1에서 론의한 수자신호의 임의의것을 리용하여 실현할수 있다. 전송신호의 구조는 문제가 아니다. 대신에 문제는 감도 혹은 질을 낮추지 않고 무한히 많은 값들의 개수로부터 값들의 제한된 개수로 정보를 어떻게 변환할것인가 하는것이다.

임풀스진폭변조(PAM)

상사수자변환에서 첫 단계는 임풀스진폭변조 PAM이다. 이 기술은 상사신호의 표본을 취하고 표변화의 결과에 기초하여 임풀스렬을 만드는것이다. 표본화는 같은 구간에서 신호의 진폭을 측정한다는것을 의미한다. PAM에서 리용되는 표본화의 방법은 자료통신에서보다 공학의 다른 방면에서 더 유용하다. 그러나 PAM은 임풀스부호변조(PCM)라고 부르는 중요한 상사-수자변환방법의 기초이다.

PAM에서 원래신호는 그림 5-16에서 보여 준것처럼 등간격으로 표본화된다. PAM에서는 표본유지라고 부르는 수법을 리용한다. 주어 진 순간에 신호준위를 읽고 다음 잠간 유지한다. 표본화된 값은 실제 파형에서 순간적으로만 생기고 일정한 기간 유지한다.

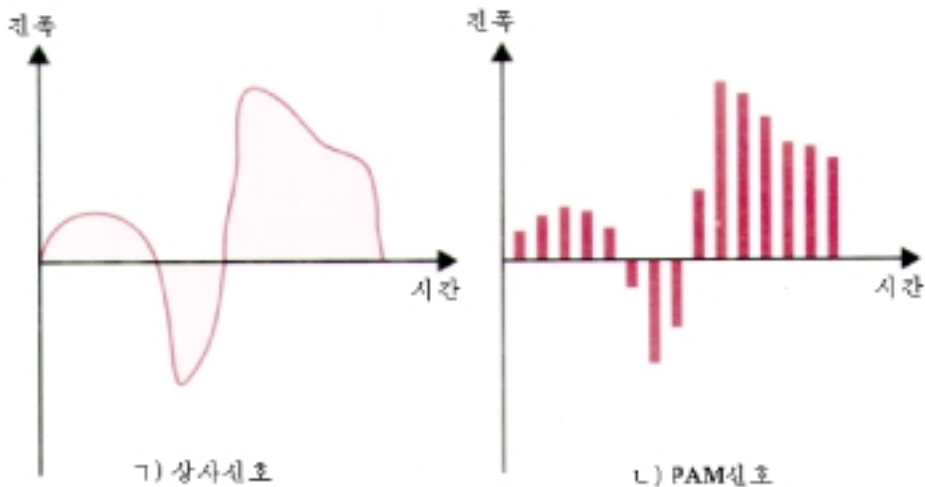



그림 5-16. PAM

자료통신에 PAM이 리용되지 않는것은 비록 그것이 원래파형을 임풀스들의 렬로 변화시켰으나 이 임풀스들은 여전히 임의의 진폭을 가지고 있기때문이다(여전히 상사이고 수자는 아니다.). 그것을 수자화하기 위하여 임풀스부호변조(PCM)을 리용하여 변조하여야 한다.

> 임풀스진폭변조(PAM)는 일정한 응용분야를 가지나 자료통신에 그자체로는 ㅣ용되지 않는다. 그러나 그것은 임풀스부호변조(PCM)라는 아주 일반적인 변환방법의 첫 단계로 된다.

임풀스부호변조(PCM)

PCM은 완전히 수자신호로 만들기 위하여 PAM이 만든 임풀스들을 변조한다. 이를 위하여 먼저 PCM은 PAM임풀스들을 량자화한다. 량자화는 표본화된 실체에 특정한 대역의 근사값들을 배당하는 방법이다. 량자화결과는 그림 5-17에서 표시하였다.

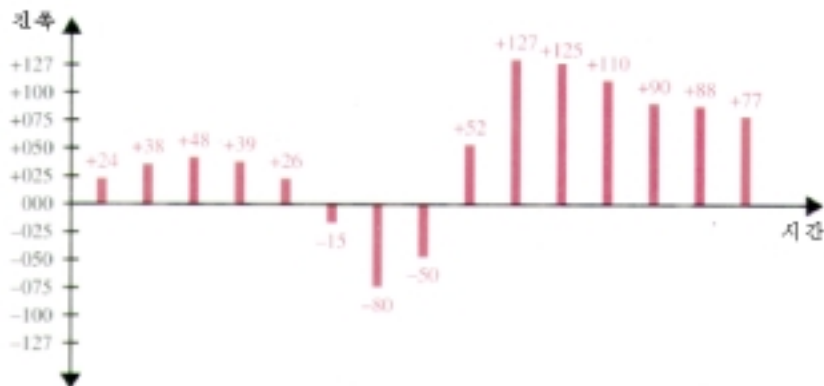



그림 5-17. 량자화된 PAM신호

그림 5-18에서 부호를 할당하는 간단한 방법과 량자화된 표본에 대한 크기값들을 보여 주었다. 매 값은 7bit 2진값으로 등가변환되였다. 여덟번째 비트는 부호이다.

+024	00011000	-015	10001111	+125	01111101
+038	00100110	-080	11010000	+110	01101110
+048	00110000	-050	10110010	+090	01011010
+039	00100111	+052	00110110	+088	01011000
+026	00011010	+127	01111111	+077	01001101

부호비트
+:0 -:1

그림 5-18. 부호화크기를 리용하는 량자화

2진수자들은 그다음 수자-상사 부호화수법의 하나를 리용하여 수자신호로 변환된다. 그림 5-19에서는 단극성신호로 부호화된 원래신호를 임풀스부호변조한 결과로 보여 주었다.

그림 5-19. PCM

PCM은 실제 PAM량자화, 2진부호화, 수자-상사부호화의 세 단계로 만들어 진다. 그림 5-20은 그라프형태로 전체 과정을 보여 준다. PCM은 북아메리카통신체계의 T-회선전송에서 음성을 수자화하는데 사용하는 표본화방법이다(8장을 참고).

표본화속도

앞의 그림들에서 알수 있었던것처럼 상사신호에 대한 어떤 수자적표현의 정확성은 취하는 표본의 개수에 의존한다. PAM과 PCM을 리용하여 우리는 무한히 많은 표본들로 파형을 정확히 다시 만들수도 있으며 세개 표본만을 취하여 그의 초보적인 변화방향만을 재생할수도 있다. 명백하게 이 두 극단들사이에서 표본개수를 찾아야 한다. 그렇다면 표본을 얼마로 취하면 충분한가?

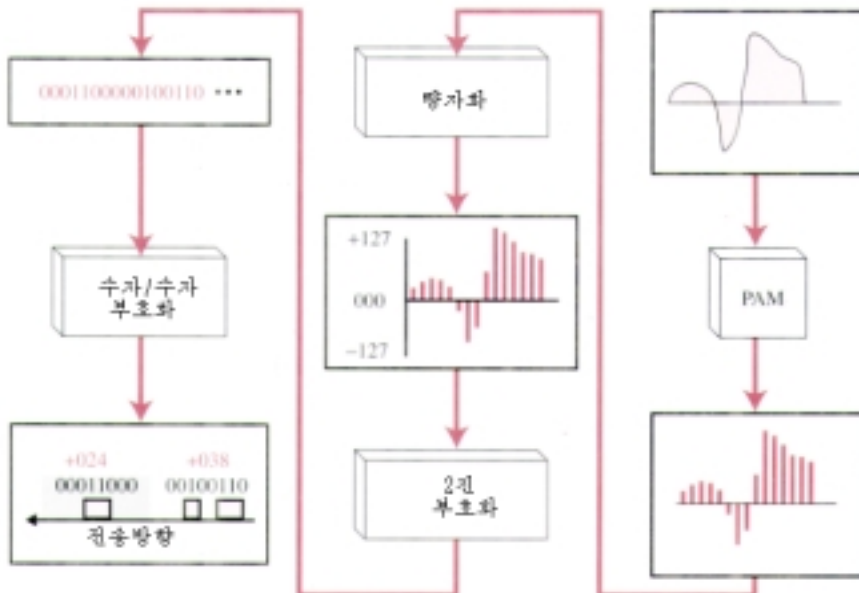



그림 5-20. 상사신호의 PCM수자부호화

실제로는 수신장치가 상사신호를 재생하는데 극히 작은 정보를 요구한다. 나이키스트정리에 의하면 PAM을 리용하여 원래상사신호의 정확한 재생을 할수 있는 표본화속도는 원래 신호 최고주파수의 최소한 2배는 되여야 한다. 즉 최대주파수 4,000Hz인 전화음성을 표본화하려 한다면 초당 8,000표본의 표본속도가 요구된다.

나이키스트정리에 따라 표본화속도는 최소한 제일 높은 주파수의 두배가 되여‹ : 한다.

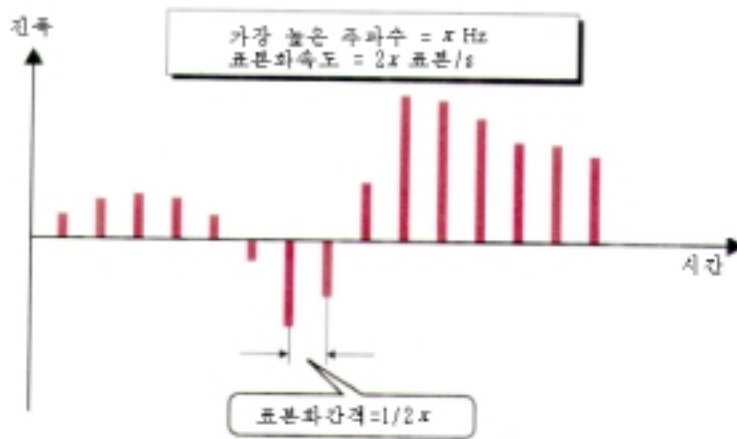



그림 5−21. 나이키스트정리

xHz의 2배주파수의 표본화속도는 그 신호가 1/2*x* s마다 한번씩 표본화되여야 한다는것을 의미한다.

우의 실례의 음성−전화선을 리용한다면 1/8,000s마다 한번씩 표본화해야 한다는것을 의미한다. 그림 5−21은 그 개념을 설명한다.

실례 5. 3

1,000Hz의 대역너비를(1,000～1,100Hz) 가진 신호의 경우에 얼마의 표본화속도가 요구되는가?

풀이

표본화속도는 신호중의 제일 높은 주파수의 2배여야 한다.

표본속도 = 2×(11,000) = 22,000표본

표본당 몇비트가 요구되는가

표본화속도를 구한후에는 매 표본을 전송하기 위한 비트수를 결정하는것이 필요하다. 이것은 요구되는 정확성준위에 의존한다. 비트개수는 요구되는 정확도로 원래신호가 재

생될수 있도록 선택한다.

실례 5. 4

한 신호가 표본화된다. 매 표본은(0부터 +5까지 혹은 −0부터 −5까지) 최소 12개 준위의 정확도를 요구한다. 매 표본을 몇비트로 전송하여야 하는가?

풀이

4bit가 요구된다. 즉 부호를 위해서 한 비트이고 값을 위해서 세 비트이다. 세 비트값은 2^3=8준위(000부터 111까지)로 표시할수 있으며 우리가 요구하는것보다 더 많다. 두 비트 값은 2^2 =4이기때문에 충분하지 않다. 네 비트값은 2^4=16이기때문에 너무 많다.

비트속도

표본당 비트수를 찾은후에 다음의 공식을 리용하여 비트속도를 계산할수 있다.

비트속도=표본속도×표본당 비트개수

실례 5. 5

사람의 음성을 수자화하려고 한다. 표본당 8bit을 가정하면 비트속도는 얼마인가?

풀이

일반적으로 사람의 음성은 0부터 4,000Hz까지의 주파수를 포함한다. 그러므로 표본속도와 비트속도는 다음과 같다.

표본속도= 4,000×2=8,000표본/s

비트속도=표본속도×표본당 비트의 개수=8,000×8=64,000bit/s=64kbps

5. 3. 수자−상사변환

수자−상사변환 혹은 수자−상사변조는 수자신호(0들과 1들)의 정보에 기초하여 상사신호의 특성들중의 하나를 변화시키는 과정이다. 실례로 한 콤퓨터로부터 다른 콤퓨터로 공중전화회선을 통하여 자료를 전송할 때 원래자료는 수자이지만 전화회선들이 상사신호를 전송하기때문에 자료를 변화시켜야 한다. 수자자료를 상사신호로 변조하여 상사신호는 2진수 1과 2진수 0에 해당하는 두개의 값으로 보여 줄수 있게 조작되여야 한다. 그림 5−22는 수자정보를 수자−상사변조한 상사신호의 결과를 보여 준다.

수자−상사변조를 위한 많은 장치들중에서 우리는 자료전송에 가장 유용한것들만 론의할것이다.

4장에서 론의한것처럼 시누스파는 세가지 특성으로 정의된다. 즉 진폭, 주파수, 위상이다. 만일 우리가 원래파형을 2진수 1로 표시한다고 하면 그 변화는 2진수 0으로 표시할수 있다. 간단한 전기적신호의 한 측면을 두가지로 변화시키는것으로써 수자신호를 표시하는데 리용할수 있다. 우에서 지적한 세가지 특성들중의 하나를 이 방법으로 바꿀수 있는데

그것은 수자신호를 상사신호로 변조하는 최소한 세가지의 방법을 준다. 진폭편이변조(ASK), 주파수편이변조(FSK), 위상편이변조(PSK) 그외에 직교진폭변조(QAM)라고 하는 진폭과 위상 둘다의 변화를 결합시킨 네번째 방식이 있다. QAM은 이 선택들중에서 제일 효과적인것이며 모든 현대적인 모뎀들에서 사용되는 방식이다(그림 5-23 참고).

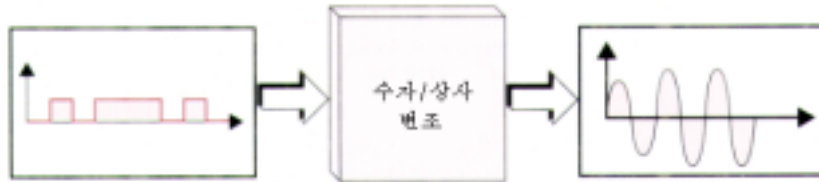



그림 5-22. 수자-상사변조

그림 5-23. 수자-상사변조의 형태들

수자-상사변환의 개관

수자-상사변조의 특정한 방법들을 론의하기에 앞서서 두가지 기본문제점을 정의한다. 비트/보드속도와 반송신호.

비트속도와 보드속도

자료통신에서 자주 사용되는 두가지 술어는 비트속도와 보드속도이다. 비트속도는 1s동안 전송되는 비트들의 개수이다. 보드속도는 이 비트들을 표시하는데 요구되는 초당 신호단위들의 수로 간주한다. 콤퓨터효률의 측면에서 비트속도는 아주 중요하다. 우리는 매 정보토막을 처리하는데 시간이 얼마나 걸리는가를 알고 싶어 한다. 그러나 자료전송에서 한 장소에서 다른 장소까지 토막 혹은 블로크로 자료를 얼마나 효률적으로 움직이는가에 더 관심을 가진다. 만일 비트들을 전송하는데 요구되는 신호단위수가 작을수록 체계는 더 능률적이고 대역너비가 좁다. 그러므로 보드속도에 더 관심을 둔다. 보드속도는 신호를 보내는데 요구되는 통과대역을 결정한다.

비트속도는 매 신호단위로 표시된 비트들의 개수에 보드속도를 곱한것과 같다. 보드

속도는 매 신호편이로 표시되는 비트들의 수로 비트속도를 나눈것과 같다. 비트속도는 보드속도보다 항상 크거나 혹은 같다.

비트속도는 초당 비트들의 개수이다. 보드속도는 초당 신호단위의 개수이다 보드속도는 비트속도보다 작거나 같다.

보드와 비트의 개념을 명백히 할수 있는 실례가 있는데 보드는 승용차와 비슷하고 비트는 손님과 비슷하다. 승용차는 하나 혹은 그이상의 손님을 나를수 있다. 만일 1,000대의 차가 한 장소에서 다른 장소까지 한명의 손님만 나르고 있다면 1,000명의 손님이 수송된다. 그러나 매차가 4명의 손님을 나른다면 4,000명이 수송된다. 손님수가 아니라 차의 대수가 수송량을 결정하며 고속도로를 필요로 한다. 류사하게 비트수가 아니라 보드수가 요구되는 대역너비를 결정한다.

실례 5. 6

한 상사신호가 매 신호요소에서 4개 비트를 나른다. 만일 초당 1000개 신호요소가 송신된다면 보드속도와 비트속도를 구하시오.

풀이

보드속도=신호요소의 개수=1,000보드/s

비트속도=보드속도 × 신호요소당 비트개수=1,000 × 4 = 4,000bps

실례 5. 7

신호의 비트속도는 3,000이다. 만일 매 신호요소가 6bit를 나른다면 보드속도는 얼마인가?

풀이

보드속도=비트속도/신호요소당 비트수 = 3000/6 = 500보드/s

반송신호

상사전송에서 송신장치는 정보신호의 기초로 되는 고주파를 만든다. 이 토대신호를 반송신호 혹은 반송주파수라고 부른다. 수신장치는 송신기로부터 나오는 반송신호의 주파수에 동조시킨다. 그다음 수자정보는 그것의 특성들(진폭, 주파수, 위상)중의 하나 혹은 그이상을 변조시키는것으로 반송신호를 변조시킨다. 이런 변형을 변조(혹은 편이변조)라고 부르며 정보신호를 변조신호라고 부른다.

진폭편이변조(ASK)

진폭편이변조(ASK)에서는 반송신호의 세기(진폭)가 1 혹은 0을 표시할수 있도록 변화된다. 주파수와 위상은 진폭이 변할 때도 상수로 남아 있는다. 어느 전압이 1을 표시하고 어느 전압이 0을 표시하는가는 체계설계자에 관계된다. 비트지속시간은 주기시간인데 한 비트를 규정한다. 매 비트지속시간동안 신호의 피크진폭은 상수이며 그것의 값은 비트(0 혹은 1)에 의존한다. ASK를 리용하는 전송속도는 전송매체의 물리적특성에 의하여 제한된다. 그림 5−24는 ASK의 직관적개념을 준다.

ASK전송은 잡음영향에 대단히 민감하다. 잡음이란 술어는 다른 원천이 만든 열 혹은 전자기적유도와 같이 여러가지 현상들에 의하여 회선에 유도된 우연전압으로 간주한다. 보통 잡음은 진폭에 영향을 준다. 따라서 ASK는 잡음의 영향을 제일 잘 받는 변조방법이다.

일반 ASK기술을 ON−OFF변조(OOK)라고도 부른다. OOK에서 비트값들중 하나는 전압이 없는것으로 표시된다. 우점은 정보를 전송하는데 요구되는 에네르기의 량이 작다는것이다.

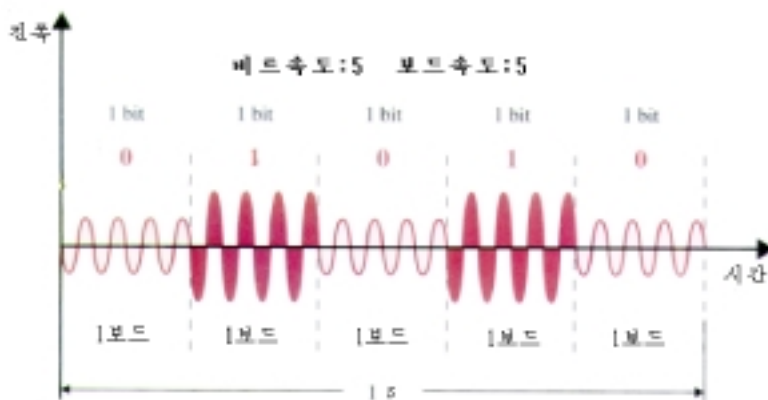



그림 5−24. ASK

ASK의 대역너비

4장에서 볼수 있는것처럼 신호의 대역너비는 그 신호가 차지하는 총 주파수대역이다. ASK신호를 분해할 때 많은 단순주파수들의 스펙트르를 얻을수 있다. 그러나 가운데에 있는 반송주파수를 f_c라고 할 때 $f_c-N_b/2$와 $f_c+N_b/2$사이의것만 의미가 있는것이다(그림 5−25를 참고). ASK경우에 요구되는 통과대역은

$$BW=(1+d)\times N_b$$

의 식을 리용하여 계산한다.

여기서 BW은 통과대역, $N_{보드}$는 보드속도, d는 회선상태에 관계되는 결수이다(최소값은 0이다.).

볼수 있는것처럼 전송을 위하여 요구되는 최소통과대역은 보드속도와 같다. 비록 하나의 반송주파수만 있다 하더라도 변조과정은 각이한 주파수를 가진 많은 단순신호들이 결합된 복잡한 신호로 만든다.

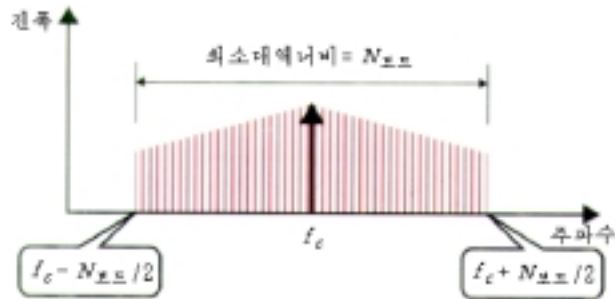



그림 5−25. ASK에서 보드속도와 통과대역사이의 관계

실례 5. 8

2,000bps로 전송되는 ASK신호에 대한 최소통과대역을 구하시오. 전송방식은 반2중형이다.

풀이

ASK에서 보드속도와 비트속도는 같다. 따라서 보드속도는 2,000이다. ASK신호는 그것의 보드속도와 같은 최소통과대역을 요구한다. 따라서 최소통과대역은 2,000Hz이다.

실례 5. 9

ASK신호의 경우에 5,000Hz의 대역너비가 주어 졌다면 보드속도와 비트속도는 얼마인가?

풀이

ASK에서 보드속도는 대역너비와 같고 그것은 보드속도가 5,000이라는것을 의미한다. 그러나 ASK의 경우에 보드속도와 비트속도가 같기때문에 비트속도는 5,000bps이다.

실례 5. 10

10,000Hz(1,000부터 11,000Hz까지)의 대역너비가 주어 졌을 때 체계의 반2중ASK도식을 그리시오. 매 방향에서 반송주파수와 대역너비를 구하시오. 두 방향에서 대역들사이에는 틈이 없다는것을 가정하시오(그림 5−26을 참고).

풀이

전 2중ASK의 경우에 매 방향에서의 통과대역은

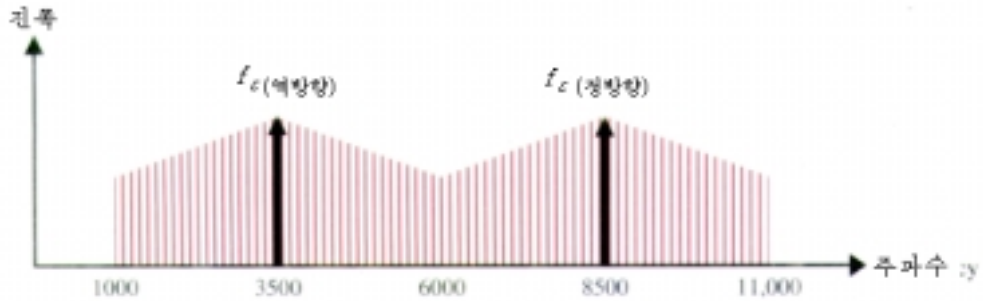



그림 5-26. 실례 5.10에 대한 풀이

$$BW=10{,}000/2=5{,}000\text{Hz}$$

반송주파수들은 매 대역의 중간에서 선택할수 있다(그림 5-26).

$$f_{c0}=10{,}000+5{,}000/2=3{,}500\text{Hz}$$

$$f_{c1}=11{,}000-5{,}000/2=8{,}500\text{Hz}$$

주파수편이변조(FSK)

주파수편이변조(FSK)에서 반송신호의 주파수는 2진수 1 혹은 0을 표시할수 있게 변화된다. 그 주파수는 비트(0 혹은 1)에 의존하며 매 비트지속시간동안 상수이다. 진폭파 위상은 상수로 남아 있다. 그림 5-27에 FSK의 직관적개념을 주었다.

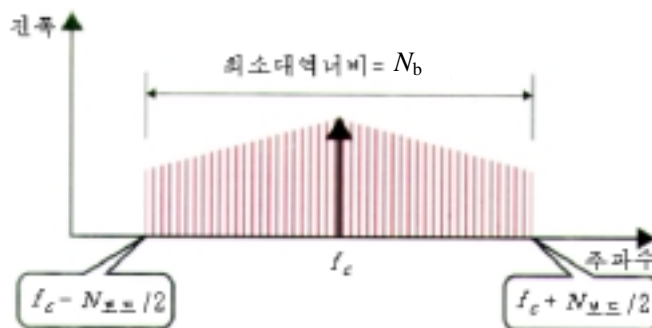



그림 5-27. FSK

FSK는 ASK의 많은 잡음문제들을 피할수 있다. 수신장치는 주어 진 주기동안에 특정한 주파수변화만 관심하기때문에 전압피크를 무시할수 있다. FSK의 제한인자들은 매체의 물리적능력이다.

FSK경우의 통과대역

비록 FSK가 두 반송주파수사이에서 편이된다 하여도 두 공진주파수로 해석하는것이 훨씬 쉽다. 여기서 FSK스펙트르는 f_{c0}과 f_{c1}주변에 집중된 두 FSK스펙트르의 결합이라고 말할수 있다. FSK전송에 요구되는 통과대역은 신호의 보드속도에 주파수편이를 더한것과 같다(그림 5-28참고). 즉 두 반송주파수사이의 차

$$BW = (f_{c_1} - f_{c_0}) + N_{\mathrm{b}}$$

비록 두개의 반송주파수만이 있다 하여도 변조과정에는 각이한 주파수를 가진 많은 단순신호들의 결합인 합성신호가 만들어 진다.

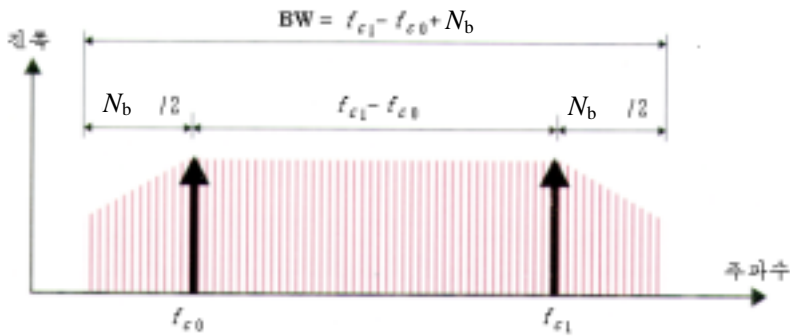



그림 5-28. FSK에서 보드속도와 통과대역사이의 관계

실례 5. 11

2,000bps로 전송하는 FSK신호에 대한 최소통과대역을 구하시오. 전송은 반2중방식으로 진행되고 반송파들은 3,000Hz만큼 떨어 져 있어야 한다.

풀이

FSK의 경우 f_{c1}과 f_{c0}이 반송주파수이라고 하면

$$BW\text{=보드속도} + (f_{c1} - f_{c0})$$

그러나 여기서 보드속도와 비트속도는 같다. 따라서

$$BW\text{=보드속도} + (f_{c1} - f_{c0}) = 2{,}000 + 3{,}000 = 5{,}000\text{Hz}$$

실례 5. 12

가운데 대역의 주파수가 12,000Hz이고 두 반송주파수사이의 차는 최소한 2,000Hz이다. FSK의 경우 최대비트속도는 얼마인가? 전송은 전2중방식이다.

풀이

전송이 전2중형이기때문에 매 방향에서 6,000Hz만 차지하고 있다. FSK경우에 f_{c1}과

f_{c0} 은 반송주파수이라면

$$\text{BW=보드속도}+(f_{c1}-f_{c0})$$

$$\text{보드속도}=BW-(f_{c1}-f_{c0})=6{,}000-2{,}000=4{,}000$$

그러나 보드속도가 비트속도와 같기때문에 비트속도는 4,000bps이다.

위상편이변조(PSK)

위상편이변조(PSK)에서는 반송파의 위상이 2진수 1 혹은 0을 표시할수 있도록 변화한다. 진폭과 주파수는 위상변화시에도 상수로 남아 있는다. 실례로 0° 의 위상을 2진수 0을 표시하도록 시작되였다면 2진수 1을 송신하기 위해서는 180°로 위상이 변화할수 있다. 신호의 위상값은 두개 비트(0 혹은 1)에 의존하고 매 비트지속시간동안 신호의 위상은 상수이다. 그림 5-29에 PSK의 직관적개념을 주었다.

그림 5-29. PSK

비트	위상
0	0
1	180

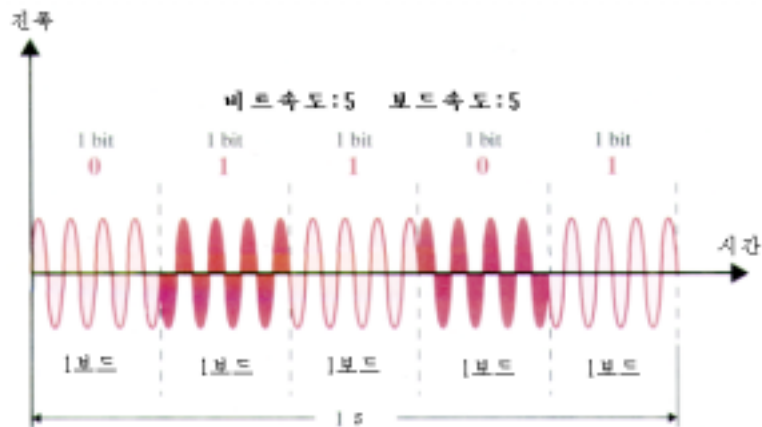
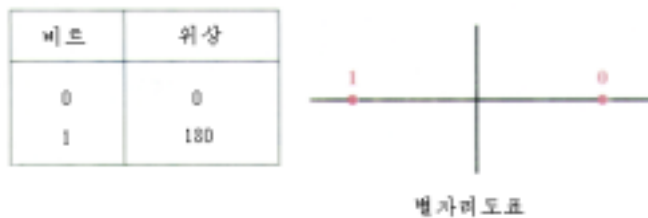



그림 5-30. PSK별자리

우의 방식은 두개의 서로 다른 위상(0° 와 180°)을 사용하기때문에 흔히 2-PSK 혹은 2진 PSK라고 부른다. 그림 5-30은 비트값과 위상사이의 관계를 보여 주는것으로 이 점을 명백하게 하였다. 두번째 그림은 별자리 혹은 위상상태도형이라고 부르는데 위상만 설명한다.

PSK는 ASK보다 잡음에 덜 민감할뿐아니라 FSK에서 제기되였던 대역제한문제도 없다. 이것은 신호에서의 작은 변화도 수신기가 신뢰성 있게 검출할수 있다는것을 의미한다. 따라서 한 비트를 표시하는데 신호의 두 변화만을 리용할 대신에 4개의 변화를 리용할수 있고 매개 위상편이가 두 비트를 표시하게 한다(그림 5-31을 참고).

그림 5-31의 신호에 대한 별자리도형을 그림 5-32에 주었다. 0°의 위상은 00으로, 90°는 01로, 180°위상은 10으로, 270°는 11로 표시한다. 이 수법을 4-PSK 혹은 Q-PSK라고 부른다. 매개 위상을 표시하는 두개 비트를 쌍비트라고 부른다. 4-PSK를 리용하면 2-PSK를 리용할 때보다 두배로 빨리 자료를 전송할수 있다.

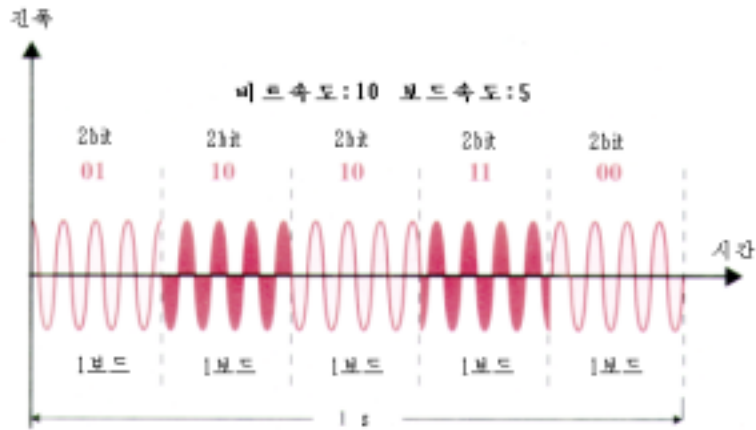



그림 5-31. 4-PSK

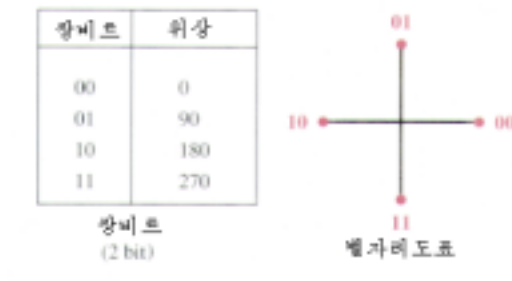



그림 5-32. 4-PSK특성들

이것은 8-PSK에로 확장할수 있다. 90°대신에 45°의 편이로 신호를 변화시킨다. 매개 편이는 8개의 각이한 위상을 한번에 세 비트로 표시할수 있다(3중비트). 여기서 볼수 있는것처럼 위상수와 편이당 비트개수는 2의 제곱이다. 2^2은 4이기때문에 한번에 두 비트로써 4개의 가능한 위상변화를, 2^3은 8이기때문에 한번에 3bit로써 8개의 가능한 위상변화를 보낼수 있다. 그림 5-33에 그 관계를 보여 주었는데 8-PSK는 2-PSK보다 세배 빠르다.

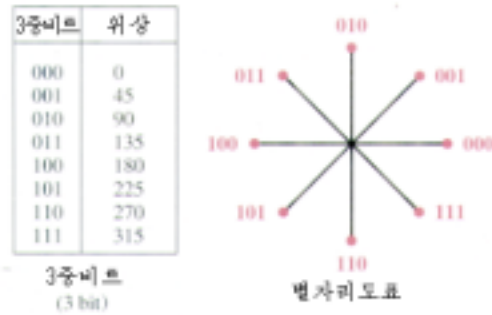



그림 5-33. 8-PSK특성들

PSK전송의 경우에 요구되는 최소대역너비는 ASK전송의 경우와 같다. 그러나 PSK전송에서 최대비트속도는 ASK의 경우보다 대단히 높다. 따라서 주어 진 대역너비에서 ASK와 PSK의 최대보드속도는 같으며 PSK비트속도는 2배 혹은 그이상 클수 있다(그림 5-34를 참고).

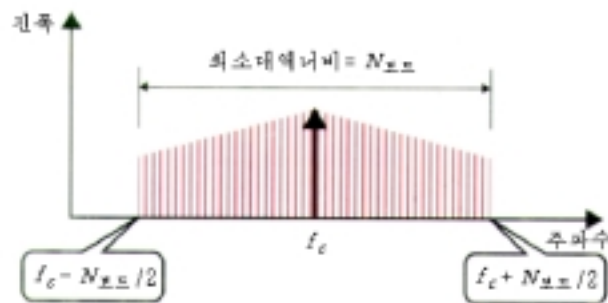



그림 5-34. PSK에서 보드속도와 통과대역사이의 관계

실례 5.13

2,000bps로 전송되는 4-PSK신호에 대한 통과대역을 구하시오. 전송은 반2중형이다.

풀이

4-PSK경우에 보드속도는 비트속도의 절반이다. 따라서 보드속도는 1,000이다.

PSK신호는 그것의 보드속도와 같은 통과대역을 요구한다. 따라서 통과대역은 1,000Hz이다.

실례 5.14

8-PSK신호가 5,000Hz의 통과대역을 가질 때 보드속도와 비트속도는 얼마인가?

풀이

PSK의 경우에 보드속도는 통과대역과 같기때문에 보드속도는 5,000으로 된다. 그러나 8-PSK에서 비트속도는 보드속도의 3배이며 여기서 비트속도는 15,000bps이다.

직교진폭변조(QAM)

설비의 능력때문에 PSK에서는 작은 위상차를 구별하는것이 제한된다. 이 인자는 가능한 비트속도를 제한한다.

지금까지 한번에 시누스파형의 세 특성들중 하나를 바꾸는것만 보았는데 두개를 바꾼다면 어떻게 되겠는가? 대역제한으로 하여 FSK와 다른 류형들과의 결합은 실천적으로 쓸모가 없다. 그러면 ASK와 PSK를 결합할수는 없는가? 위상에서의 변화 x와 진폭에서의 변화 y가 주어 졌을 때 가능한 변화들은 x와 y의 적으로 되며 그에 따라 변화당 비트들의 해당한 개수가 주어 진다. 직교진폭변조(QAM)는 바로 그렇게 한다. 직교라는 술어는 최소실행에서 요구되는 제한조건으로부터 유래되였는데 위상과 관련되는 말이다.

> 직교진폭변조(QAM)는 각각 비트, 쌍비트, 3중비트, 4중비트 등의 사이에서 최대 대조를 가지도록 하는 방법으로 ASK와 PSK를 결합한다는것을 의미한다.

QAM에는 여러가지의 가능한 변종들이 있다. 리론적으로 진폭에서의 임의의 가능한 변화개수가 위상에서의 임의의 가능한 변화개수와 결합될수 있다. 그림 5-35는 두가지 가능한 구조인 4-QAM과 8-QAM을 보여 주고 있다. 두 경우에 진폭편이의 개수는 위상편이의 개수보다 적다. 진폭은 잡음에 민감하고 위상편이는 큰 위상변화도 허용할수 있기때문에 QAM체계가 요구하는 위상편이의 수는 진폭편이의 개수보다 항상 크다. 그림 5-35에서 8-QAM에 해당한 시간령역작도는 그림 5-36에서 보여 준것이다.

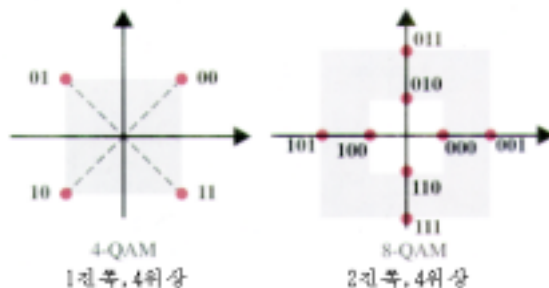



그림 5-35. 4-QAM와 8-QAM별자리

다른 기하학적관계도 역시 가능하다. 세가지 일반 16-QAM구조를 그림 5-37에서 보여 주었다. 첫번째 실례는 세개의 진폭과 12개 위상인데 위상편이와 진폭편이의 최대비

이기때문에 제일 좋은 잡음대책으로 된다. 그것은 ITU-T에서 권고한것이다. 두번째 실례는 4진폭 8위상으로서 OSI에서 권고한것이다. 주의 깊게 그라프를 검토하면 비록 동심원에 그것이 기초하고 있지만 위상과 진폭의 모든 사귐부분을 리용하지 않는다는것을 알수 있다. 사실 4에 8을 곱한것은 32개의 가능한 변화가 있어야 한다. 그러나 이 가능성의 절반만을 리용하였기때문에 위상들사이에서 구별할수 있는 차이가 증가되고 신호식별가능성은 더 커진다.

그밖에 여러 QAM들이 일정한 진폭들과 위상들을 결합하도록 설계되였다. 이것은 진폭편이와 관련되는 잡음문제로 하여 일정하게 편이된것을 위상정보로부터 회복할수 있다는것을 의미한다. 그러므로 일반적으로 ASK에 비한 QAM의 두번째 우점은 잡음에 대한 낮은 감도이다.

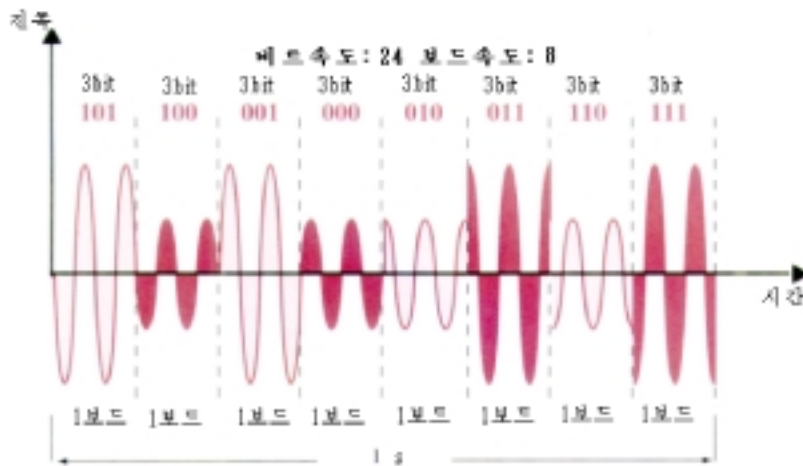



그림 5-36. 8-QAM신호에 대한 시간령역

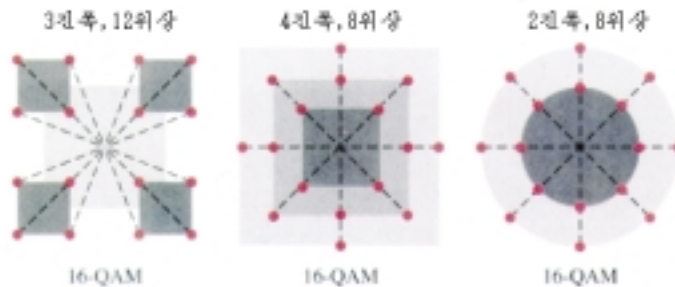



그림 5-37. 16-QAM별자리

QAM의 통과대역

QAM전송에서 요구되는 최소통과대역은 ASK와 PSK전송에서 요구하는것과 같다. QAM은 ASK에 비한 PSK우점과 같은 우점을 가진다.

비트/보드 비교

음성급전화회선들을 통하여 FSK신호가 초당 1,200bit로 송신되여 비트속도가 1,200bps 라고 하자. 매 주파수편이는 단일비트를 표시한다. 그러나 8-QAM에서 매 신호변화는 세 비트를 표시한다. 그러므로 8-QAM을 리용할 때 1,200bps의 비트속도는 400보드속도만 가진다. 그림 5-38에서 보여 준것처럼 쌍비트체계는 비트속도의 절반인 보드속도를 가지며 3중비트체계는 비트속도의 3분의 1의 보드속도를 가지고 4중비트체계는 비트속도의 4분의 1의 보드속도를 가진다.

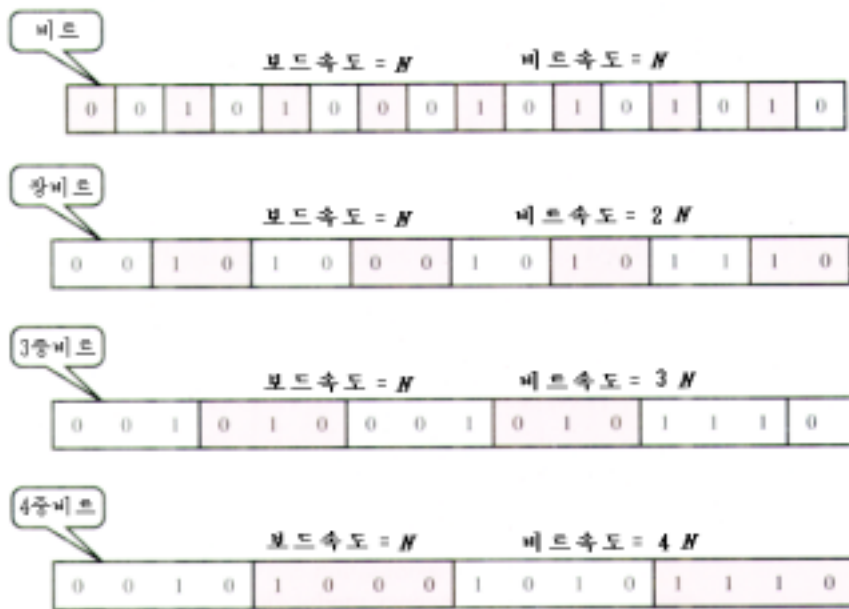



그림 5-38. 비트와 보드

표 5-1에서는 수자-상사변조의 여러가지 방법에 대한 비트와 보드속도를 대비하였다.

표 5-1 비트와 보드속도의 대비

변 조	단위	비트/보드	보드속도	비트속도
ASK, FSK, 2-PSK	비트	1	N	N
4-PSK, 4-QAM	쌍비트	2	N	$2N$
8-PSK, 8-QAM	3중비트	3	N	$3N$
16-QAM	4중비트	4	N	$4N$
32-QAM	5중비트	5	N	$5N$
64-QAM	6중비트	6	N	$6N$
128-QAM	7중비트	7	N	$7N$
256-QAM	8중비트	8	N	$8N$

실례 5.15

한 별자리도형이 한원우에 갈게 위치한 여덟개의 점들을 가지고 있다. 만일 비트속도가 4,800bps라면 보드속도는 얼마인가?

풀이

그 별자리는 점들이 45°떨어 진 8−PSK를 의미하는것이다. 2^3=8이기때문에 매 신호요소를 전송하는데 세 비트가 리용된다. 따라서 보드속도는

4,800/3=1,600보드

실례 5.16

1,000보드 16−QAM신호의 경우에 비트속도를 계산하시오.

풀이

16−QAM신호는 2^4=16이기때문에 신호요소당 네 비트가 있다.
즉

(1,000)(4)=4,000bps

실례 5.17

7,200bps 64−QAM신호의 경우에 보드속도를 계산하시오.

풀이

64−QAM신호는 2^6=64이기때문에 신호요소당 6bit가 있다는것을 의미한다. 즉
72,000/6=12,000보드

5. 4. 상사−상사변환

상사−상사변환은 상사정보를 상사신호로 표현하는것이다. 잘 알려 지고 리용되는 라지오는 상사−상사통신의 한 실례로 된다. 그림 5−39에 상사정보, 상사−상사변환하드웨어, 결과적인 상사신호사이의 관계를 보여 주었다.

상사−상사변조는 세가지 방식으로 완성될수 있다. 즉 진폭변조(AM), 주파수변조(FM), 위상변조(PM)이다(그림 5−40을 참고).

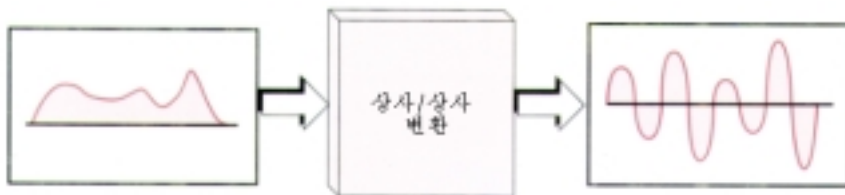



그림 5−39. 상사−상사변조

그림 5-40. 상사-상사변조의 형태들

진폭변조(AM)

AM전송에서 반송파신호가 변조된다는것은 진폭이 변조신호의 변화에 따라 변화한다는것을 의미한다. 주파수와 위상은 상수로 남아 있는다. 그러나 진폭만은 정보변화에 따른다. 그림 5-41은 어떻게 이 개념이 적용되는가를 보여 준다. 변조신호는 반송파에 대한 포락선으로 된다.

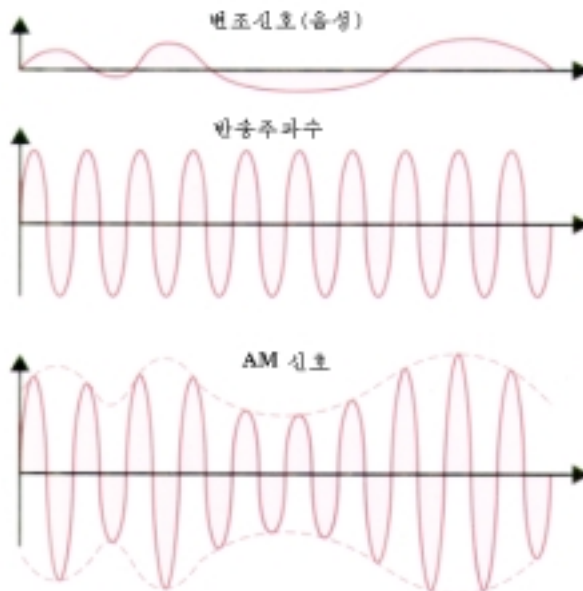



그림 5-41. 진폭변조

AM의 통과대역

AM신호의 통과대역은 변조신호의 대역너비의 두배와 같고 반송주파수를 중심으로 한 대역을 포함한다(그림 5-42을 참고). 그라프의 줄친 부분이 신호의 주파수스펙트르이다. 음성(연설과 음악)신호의 대역너비는 보통 5kHz이다. 따라서 AM무선국은 10kHz의 최소통과대역을 요구한다. 사실 련방통신위원회(FCC)는 매 AM국에 10kHz를 할당하였다.

AM국은 530kHz로부터 1,700kHz사이에서는 임의의 반송주파수를 택한다. 그러나 매 국들의 반송주파수는 간섭을 피하기 위하여 최소한 10kHz(한 AM통과대역)만큼 량쪽으로 떨어 져 있어야 한다.

만일 어느 한 국이 1,100kHz의 반송주파수를 리용한다면 다음 국들의 반송주파수는 1,110kHz보다 낮으면 된다(그림 5-43을 참고).

> AM에서 요구되는 총 통과대역은 음성신호의 통과대역으로부터 결정할수 ▯다.
>
> $$BW_t = 2 \times BW_m$$

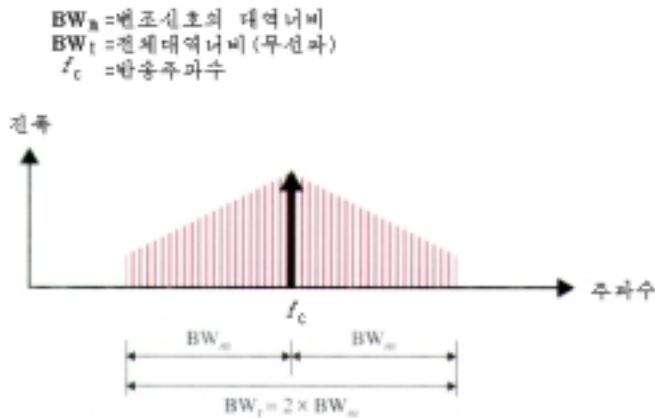



그림 5-42. AM통과대역

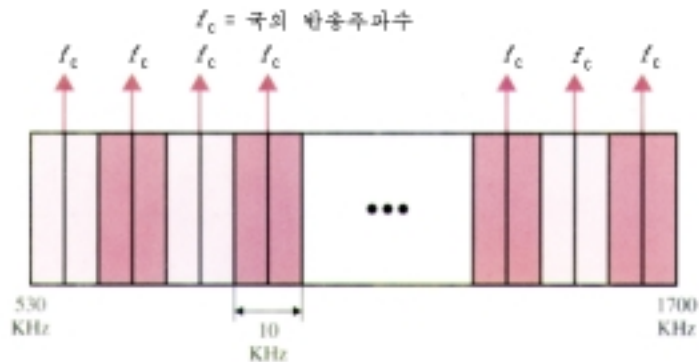



그림 5-43. AM대역할당

실례 5.18

4kHz의 통과대역을 가진 음성신호가 있다. AM을 리용하여 신호를 변조한다면 요구되는 통과대역은 얼마인가? FCC 규정을 지금은 무시하시오.

풀이

AM신호는 원래신호의 2배통과대역을 요구한다.

BW = 2×4kHz = 8kHz

주파수변조(FM)

FM전송에서 반송신호의 주파수는 변조신호의 전압준위(진폭)에 따라 변조된다. 반송신호의 진폭과 위상은 상수로 남아 있으나 정보신호의 진폭이 변하기때문에 반송신호의 주파수도 해당하게 변한다. 그림 5-44에 변조신호, 반송신호, FM신호의 결과를 보여 주었다.

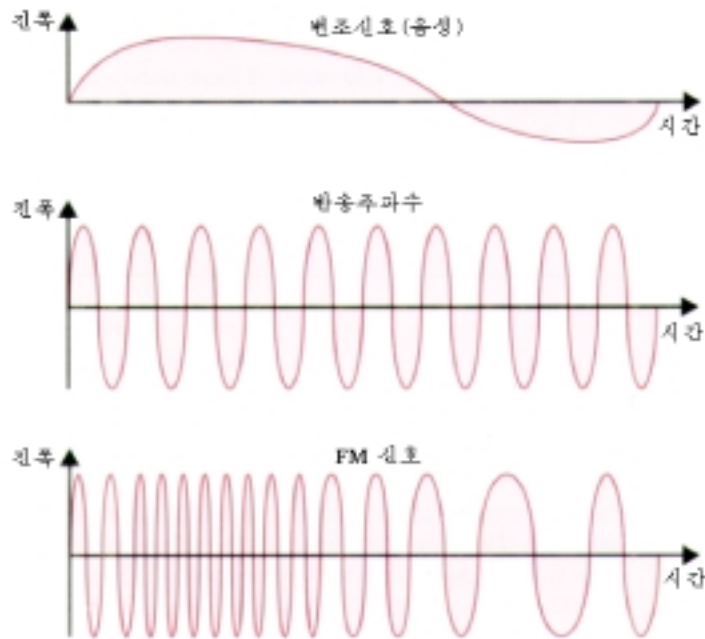



그림 5-44. 주파수변조

FM통과대역

FM신호의 통과대역은 변조신호의 통과대역 10배와 같으며 AM통과대역과 같이 반송주파수주위에 집중된 대역을 포함한다. 그림 5-45는 량쪽 통과대역과 FM신호의 주파수스펙트르를 줄친 부분으로 보여 주었다.

FM에서 요구되는 총 주파수대역은 음성신호의 통과대역으로 결정할수 있다. $$BW_t = 10 \times BW_m$$

립체음성신호방송(연설과 음악)의 통과대역은 거의 15kHz이다. 따라서 매 FM라지오국은 150kHz의 최소통과대역을 요구한다. FCC는 매 국에 대하여 200kHz(0.2MHz)를 할당하였다.

립체음성신호의 통과대역은 보통 15kHz이다. 따라서 FM국은 최소한 150kHz 의 통과대역을 요구한다. FCC는 최소통과대역을 200kHz로 요구한다.

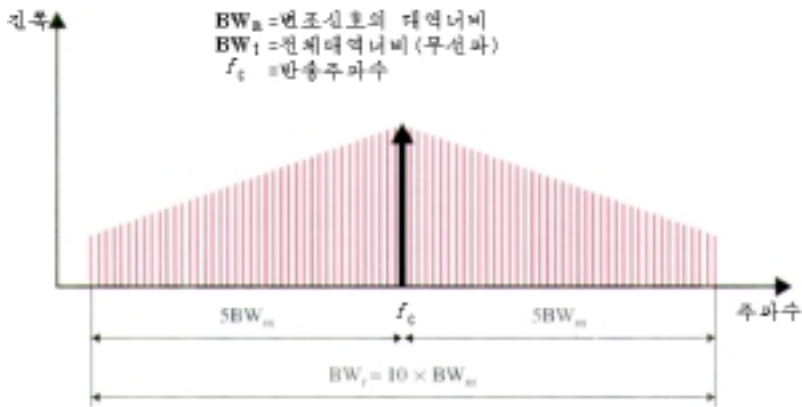



그림 5-45. FM통과대역

FM국들은 88MHz부터 108MHz사이에서 임의의 주파수를 취할수 있다. 국들은 중복되지 않도록 하기 위하여 최소 200kHz만큼 떨어 져 있어야 한다. 보다 더 보호하기 위하여 FCC는 주어 진 주파수대역에서 하나건너씩 통과대역을 할당하도록 요구한다. 다른 대역은 서로 두 국들이 간섭할수 있는것을 막기 위하여 리용하지 않은채로 남겨 놓는다. 88MHz부터 108MHz의 대역이 주어 졌을 때 한 지역에 100개의 가능한 FM통과대역이 있으며 그중에서 어떤 한 순간에 50개만이 동작할수 있다. 그림 5-46에 이 관계를 주었다.

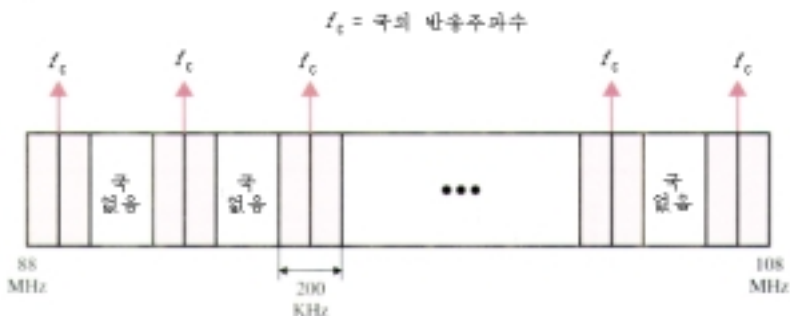



그림 5-46. FM대역할당

실례 5.19

4MHz의 통과대역을 가진 음성신호가 있다. FM을 리용하여 변조한다면 요구되는 통과대역은 얼마인가? FCC규정은 무시하시오.

풀이

FM신호는 원래신호의 10배의 통과대역을 요구한다.

$$BW = 10 \times 4MHz = 40MHz$$

위상변조(PM)

하드웨어요구가 류사하기때문에 위상변조(PM)는 일반체계에서 주파수변조와 바꾸어 리용한다. PM전송에서 반송신호의 위상은 변조신호의 전압준위변화를 따라 변조된다. 반송파의 진폭과 주파수는 상수로 남아 있고 정보신호의 진폭이 변화할 때 반송파의 위상이 대응하게 변화한다. 그것에 대한 해석과 마지막결과(변조된 신호)는 주파수변조와 류사하다.

5. 5. 실마리어

3중비트
4중비트
가상3진
고밀도쌍극성3(HDB3)
교번표식반전(AMI)
극성부호화
나이키스트정리
단극성부호화
령귀환(RZ)
만체스터부호화
반송신호
별자리
보드속도
부호화
비령귀환(NRZ)
비령귀환-반전(NRZ-I)
비령귀환-준위(NRZ-I)
상사-상사변조
상사-수자변환
수자-상사변조
수자-수자부호화
주파수
주파수변조(FM)
주파수편이변조(FSK)
직교진폭변조(QAM)
진폭
진폭변조(AM)
진폭편이변조(ASK)
차동만체스터부호화
표본화
표본화속도
쌍극성-8령치환(B8ZS)
쌍극성부호화
쌍비트
쌍위상(부호화)
임풀스진폭변조(PAM)
임풀스부호화변조(PCM)
위상
위상변조(PM)
위상편이
위상편이변조(PSK)

5. 6. 요 약

- 변환에는 네가지 형태들이 있다.
  ㄱ) 수자−수자
  ㄴ) 상사−수자
  ㄷ) 수자−상사
  ㄹ) 상사−상사
- 수자−수자부호화에는 다음의 류형들이 있다.
  ㄱ) 단극성−한 전압준위만 리용한다.
  ㄴ) 극성−두 전압준위가 리용된다.
   극성부호화의 변종들은 다음과 같다.
   NRZ(비령귀환)
   NRZ−L(비령귀환, 준위)
   NRZ−I(비령귀환, 반전)
   RZ(령귀환)
   Biphase(쌍위상) : 만체스터와 차동만체스터
  ㄷ) 쌍극성−정의 전압과 부의 전압이 엇바뀌면서 표시된다.
   AMI(교번표식반전)
   B8ZS(쌍극성8−령치환)
   HDB3(고밀도쌍극성3)
- 상사−상사변환은 PCM임풀스부호변조의 기초로 된다.
- PCM은 표본화하고 매 표본을 비트모임으로 량자화하고 다음에 그 비트들에 전압준위를 할당한다.
- 나이키스트정리는 적어도 표본속도가 원래신호속의 제일 높은 주파수의 두배는 되여야 한다고 강조한다.
- 수자−상사변조는 다음의것을 리용하여 완성할수 있다.
  ㄱ) 진폭편이변조(ASK)−반송신호의 진폭이 변한다.
  ㄴ) 주파수편이변조(FSK)−반송신호의 주파수가 변한다.
  ㄷ) 위상편이변조(PSK)−반송신호의 위상이 변한다.
  ㄹ) 직교진폭변조(QAM)−반송신호의 위상과 진폭 둘다가 변한다.
- QAM은 다른 수자−상사방식보다 더 높은 자료전송속도의 가능성을 준다.
- 보드속도와 비트속도는 같지 않을수 있다. 비트속도는 초당 전송되는 비트개수이다. 보드속도는 초당 전송되는 신호단위의 개수이다. 한 신호단위는 하나 혹은 그 이상 비트를 표시할수 있다.
- ASK와 PSK에서 요구되는 최소 통과대역은 보드속도이다.
- FSK의 경우에 요구되는 최소 통과대역은 $BW = f_{c1} - f_{c0} + N_b$ 이다. 여기서 f_{c1}은 비트 1을 표시하는 주파수이고 f_{c0}은 비트 0을 표시하는 주파수이며 N_b는 보드속도이다.

- 상사−상사변조는 다음것을 리용하여 실행할수 있다.
  ㄱ) 진폭변조(AM)
  ㄴ) 주파수변조(FM)
  ㄷ) 위상변조(PM)
- AM에서 반송파의 진폭은 변조파의 진폭에 따라 변한다.
- FM에서 반송파의 주파수는 변조파의 진폭에 따라 변한다.
- AM라지오에서 변조된 신호의 통과대역은 변조신호통과대역의 두배이상이여야 한다.
- FM라지오에서 변조된 신호의 통과대역은 변조신호통과대역의 10배이상이여야 한다.
- PM에서 반송신호의 위상은 변조신호의 진폭을 따라 변한다.

5. 7. 련습

복습문제

1. 부호화와 변조사이의 차이는 무엇인가?
2. 수자−수자부호화란 무엇인가?
3. 상사−수자변조란 무엇인가?
4. 수자−상사변환이란 무엇인가?
5. 상사−상사변환이란 무엇인가?
6. 왜 주파수변조가 진폭변조보다 우월한가?
7. QAM이 ASK 혹은 PSK보다 무엇이 우월한가?
8. 수자−수자부호화의 세 부류는 서로 어떻게 다른가?
9. DC성분이란 무엇인가?
10. 자료통신에서 왜 동기문제가 있는가?
11. NRZ−L은 NRZ−I와 어떻게 차이나는가?
12. 망에서 리용하는 쌍위상부호화의 두 형태를 론의하시오.
13. NRZ부호화를 리용하는데서 주요결함은 무엇인가? RZ부호화와 쌍위상부호화는 그 문제를 해결하기 위하여 어떤 시도를 하는가?
14. RZ와 쌍극성AMI를 비교대조하시오.
15. 쌍극성부호화의 세 형태는 무엇인가?
16. B8ZS와 HDB3부호화를 비교하고 대조하시오.
17. 상사신호를 PCM수자부호로 만드는 단계들을 쓰시오.
18. 표본화속도는 전송되는 수자신호에 어떻게 영향을 주는가?
19. 매 표본에 배당된 비트수가 전송되는 수자신호에 어떻게 영향을 주는가?
20. 수자신호를 상사신호로 바꾸는 네가지 방법은 무엇인가?
21. 비트속도와 보드속도사이의 차이는 무엇인가? 둘이 같아 지거나 달라 지는 실례

를 쓰시오.

22. 변조란 무엇인가?
23. 변조에서 반송신호의 목적은 무엇인가?
24. ASK에서 전송통과대역과 보드속도가 어떻게 관련되는가?
25. FSK에서 전송통과대역과 보드속도가 어떻게 관련되는가?
26. PSK에서 전송통과대역과 보드속도가 어떻게 관련되는가?
27. 별자리도형에서 어떤 정보를 얻을수 있는가?
28. QAM에서 전송통과대역과 보드속도가 어떻게 관련되는가?
29. QAM이 ASK와 PSK에 어떻게 관련되는가?
30. PSK가 ASK보다 우월하게 하는 주요인자는 무엇인가?
31. ASK와 AM은 어떻게 다른가?
32. FM은 FSK와 어떻게 다른가?
33. 변조신호의 견지에서 FM통과대역과 AM통과대역을 비교하시오.

선택문제

34. ASK, PSK, FSK, QAM은 __변조의 실례이다.
    ㄱ) 수자-수자
    ㄴ) 수자-상사
    ㄷ) 상사-상사
    ㄹ) 상사-수자
35. 단극성, 쌍극성, 극성 부호화는 ___부호화의 형태들이다.
    ㄱ) 수자-수자
    ㄴ) 수자-상사
    ㄷ) 상사-상사
    ㄹ) 상사-수자
36. PCM은 ___변조의 실례이다.
    ㄱ) 수자-수자
    ㄴ) 수자-상사
    ㄷ) 상사-상사
    ㄹ) 상사-수자
37. AM과 FM은 ___변조의 실례이다.
    ㄱ) 수자-수자
    ㄴ) 수자-상사
    ㄷ) 상사-상사
    ㄹ) 상사-수자
38. QAM에서 반송주파수의 위상과 ___이 둘다 변한다.
    ㄱ) 진폭

ㄴ) 주파수
ㄷ) 비트속도
ㄹ) 보드속도

39. 다음의 어느것이 잡음의 영향을 더 받는가?
ㄱ) PSK
ㄴ) ASK
ㄷ) FSK
ㄹ) QAM

40. 만일 신호의 주파수스펙트르가 500Hz의 통과대역과 600Hz의 가장 높은 주파수를 가지고 있다면 나이키스트정리에 따르는 표본속도는 얼마인가?
ㄱ) 200표본/s
ㄴ) 500표본/s
ㄷ) 1,000표본/s
ㄹ) 1,200표본/s

41. 만일 보드속도가 4PSK신호의 경우에 400이라면 비트속도는 ___bps이다.
ㄱ) 100
ㄴ) 400
ㄷ) 800
ㄹ) 1,500

42. 만일 ASK신호의 경우에 비트속도가 1,200bps라면 보드속도는 ___이다.
ㄱ) 300
ㄴ) 400
ㄷ) 600
ㄹ) 1,200

43. 만일 FSK신호의 경우에 비트속도가 1,200bps이라면 보드속도는 ___이다.
ㄱ) 300
ㄴ) 400
ㄷ) 600
ㄹ) 1,200

44. QAM신호에서 비트속도가 3,000bps이고 신호요소가 3중비트로 표시된다면 보드속도는 얼마인가?
ㄱ) 300
ㄴ) 400
ㄷ) 00
ㄹ) 1,200

45. QAM신호의 경우에 보드속도가 3,000이고 신호요소가 3중비트로 표시된다면 비트속도는 얼마인가?
ㄱ) 300

ㄴ) 400
ㄷ) 1,000
ㄹ) 9,000

46. QAM신호의 경우에 보드속도는 1,800이고 비트속도는 9,000이라면 신호요소당 얼마의 비트들이 있는가?
ㄱ) 3
ㄴ) 4
ㄷ) 5
ㄹ) 6

47. 16-QAM에는 16개의 ___이 있다.
ㄱ) 위상과 진폭의 결합
ㄴ) 진폭
ㄷ) 위상
ㄹ) 초당비트

48. 어느 변조기술이 3중비트와 여덟개의 서로 다른 위상편이, 하나의 진폭을 포함하는가?
ㄱ) FSK
ㄴ) 8-PSK
ㄷ) ASK
ㄹ) 4-PSK

49. 나이키스트정리는 최소표본속도가 ___는것을 서술하고 있다.
ㄱ) 신호의 최소주파수와 같다
ㄴ) 신호의 최고주파수와 같다
ㄷ) 신호의 통과대역과 같다
ㄹ) 신호의 최고주파수의 2배이다

50. 10kHz의 통과대역과 705kHz의 최고주파수성분을 가진 AM라지오신호가 주어 졌을 때 반송신호의 주파수는 얼마인가
ㄱ) 700kHz
ㄴ) 705kHz
ㄷ) 710kHz
ㄹ) 주어 진 정보로부터 결정할수 없다

51. 재구성되는 PCM신호정확성에서 하나의 인자는 ___이다.
ㄱ) 신호통과대역
ㄴ) 반송주파수
ㄷ) 량자화를 위하여 리용되는 비트수
ㄹ) 보드속도

52. 어느 부호화형태가 령 아닌 평균진폭을 가지는가?

ㄱ) 단극성
ㄴ) 극성
ㄷ) 쌍극성
ㄹ) 우의 모든것

53. 다음의 어느 부호화방식이 동기를 보장 받지 못하는가?
ㄱ) NRZ−L
ㄴ) RZ
ㄷ) B8ZS
ㄹ) HDB3

54. 어느 부호화방식이 1들의 경우에 정과 부의 값들을 엇바꾸어 리용하는가?
ㄱ) NRZ−L
ㄴ) RZ
ㄷ) 만체스터
ㄹ) AMI

55. 수자−수자부호화의 어느 형태에서 교번표식반전의 고의적위반을 리용하는가?
ㄱ) AMI
ㄴ) B8ZS
ㄷ) RZ
ㄹ) 만체스터

56. 변조된 신호는 ___으로 구성된다.
ㄱ) 반송파에 의하여 변조신호를 바꾸는것
ㄴ) 변조신호에 의하여 반송파를 바꾸는것
ㄷ) 원천자료의 량자화
ㄹ) 나이키스트주파수에서 표본화

57. 만일 FCC규정을 따른다면 직접 AM라지오국들의 반송주파수는 ___이다.
ㄱ) 5kHz
ㄴ) 10kHz
ㄷ) 200kHz
ㄹ) 530kHz

58. FCC규정을 따른다면 리론적으로 ___개의 가능한 FM국들이 주어 진 지역에 있을수 있다.
ㄱ) 50
ㄴ) 100
ㄷ) 133
ㄹ) 150

59. PCM에서 상사− _____변환이 일어 난다.
ㄱ) 상사

ㄴ) 수자

ㄷ) QAM

ㄹ) 차동

60. PCM신호의 최대값이 31이고 최소값이 −31이라면 부호화를 위하여 리용되는 비트는 얼마인가.

ㄱ) 4

ㄴ) 5

ㄷ) d

ㄹ) 7

61. ASK신호가 분해될 때 결과는 ____이다.

ㄱ) 항상 하나의 시누스파

ㄴ) 항상 두개의 시누스파

ㄷ) 시누스파의 무한한 개수

ㄹ) 우에는 없다

62. RZ부호화는 신호진폭의 ____개 준위를 포함한다.

ㄱ) 1

ㄴ) 3

ㄷ) 4

ㄹ) 5

63. 어느 량자화준위가 보다 정확히 신호를 재생할수 있는가?

ㄱ) 2

ㄴ) 3

ㄷ) 16

ㄹ) 32

64. 어느 부호화수법이 0들의 긴 렬에 의한 동기루실문제를 해결하려고 하는가?

ㄱ) B8ZS

ㄴ) HDB3

ㄷ) AMI

ㄹ) ㄱ) 와 ㄴ)

65. 어느 변환이 신호의 변조를 포함하는가?

ㄱ) 수자−수자변환

ㄴ) 상사−수자변환

ㄷ) 수자−상사변환

ㄹ) 우의 모두

66. 어느 변환이 신호의 표본화를 요구하는가?

ㄱ) 수자−수자변환

ㄴ) 상사−수자변환

ㄷ) 수자-상사변환
ㄹ) 우의 모두

67. FM신호의 통과대역은 ___신호의 통과대역의 10배이다.
ㄱ) 반송파
ㄴ) 변조
ㄷ) 쌍극성
ㄹ) 표본화

68. 상사신호의 변조는 반송신호의 ___변조를 통하여 완성될수 있다.
ㄱ) 진폭
ㄴ) 주파수
ㄷ) 위상
ㄹ) 우의 모두

69. 수자신호의 변조는 반송신호의 ____변조를 통하여 완성될수 있다.
ㄱ) 진폭
ㄴ) 주파수
ㄷ) 위상
ㄹ) 우의 임의의것

련습문제

70. 만일 한 신호의 비트속도가 1,000bit/s라면 5s동안에 몇비트 보낼수 있는가? 1/5s동안에는 몇비트? 100ms동안에는 몇비트?

71. 한 자료렬이 10개의 0들로 구성되였다고 하자. 다음의 부호화형식을 리용하여 이 렬을 부호화하시오. 매 형식에 대해서 얼마나 많은 변화(수직선)들을 찾을수 있는가?
ㄱ) 단극성
ㄴ) 극성 NRZ-L
ㄷ) 극성 NRZ-I
ㄹ) RZ
ㅁ) 만체스터
ㅂ) 차동만체스터
ㅅ) AMI
ㅇ) B8ZS
ㅈ) HDB3
ㅊ) 가상3진

72. 10개의 1들을 가진 자료렬의 경우에 문제 71을 반복하시오.

73. 10개의 0과 1들로 교차하는 자료렬의 경우에 문제 71을 반복하시오.

74. 세개의 0, 두개의 1,두개의 0,세개의 1로 된 자료렬의 경우에 문제 71을 반복하시오.

75. 그림 5-47은 한 자료렬의 단극성부호화이다. 무슨 자료렬인가?

그림 5-47. 문제 75

76. 그림 5-48은 한 자료렬의 NRZ-L부호화이다. 그 자료렬은 무슨 자료렬인가?

그림 5-48. 문제 76과 77

77. 그림의 한 자료렬의 NRZ-I부호화이라면 문제 76을 반복하시오.
78. 그림 5-49는 어떤 자료렬의 RZ부호화이다. 무슨 자료렬인가?

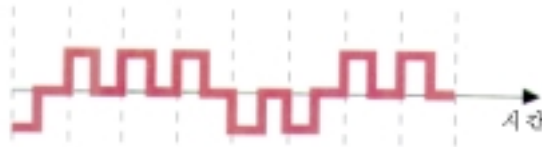



그림 5-49. 문제 78

79. 그림 5-50은 어떤 자료렬의 만체스터부호화이다. 무슨 자료렬인가?

그림 5-50. 문제 79와 80

80. 그림이 어떤 자료렬의 차동만체스터부호화이라면 문제 79를 반복하시오.
81. 그림 5-51은 어떤 자료렬의 AMI부호화이다. 무슨 자료렬인가?

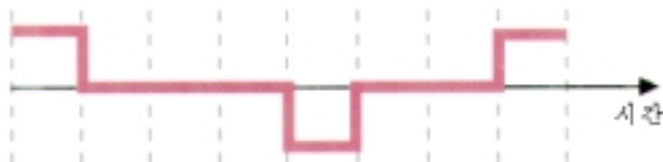



그림 5-51. 문제 81과 82

82. 그림이 어떤 자료렬의 가상부호화라면 문제 81을 반복하시오.
83. 그림 5-52는 한 자료렬의 B8ZS부호화이다. 무슨 자료렬인가?

그림 5-52. 문제 83

84. 그림 5-53은 어떤 자료렬의 HDB3부호화이다. 무슨 자료렬인가?

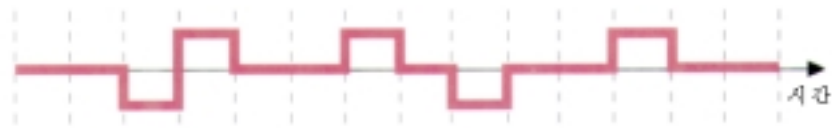



그림 5-53. 문제 84

85. 다음의 매 방법들에는 얼마나 많은 진폭준위가 있는가?
   ㄱ) 단극성
   ㄴ) NRZ-L
   ㄷ) NRZ-I
   ㄹ) RZ
   ㅁ) 만체스터
   ㅂ) 차동만체스터

86. PCM의 경우에 1,000부터 4,000Hz주파수대역에 있다면 표본속도는 얼마인가?
87. 나이키스트정리를 리용하여 다음의 상사신호의 경우에 표본속도를 계산하시오.
   ㄱ) 2,000Hz의 통과대역을 가진 상사신호
   ㄴ) 2,000부터 6,000Hz의 주파수를 가진 상사신호
   ㄷ) 시간령역표현에서 수평축을 따르는 신호
   ㄹ) 시간령역표현에서 수직축을 따르는 신호

88. 신호가 초당 8,000번 표본화된다면 매 표본사이의 구간은 얼마인가?
89. 수자화된 신호에서 두 표본사이의 구간이 125ms라면 표본화속도는 얼마인가?
90. 한 신호가 표본화되였다. 매 표본을 표시하는데 몇비트가 요구되는가? 표본속도가 초당 8,000이라면 비트속도는 얼마인가?
91. 비트속도와 변조형태가 주어 진 경우에 보드속도를 계산하시오.
   ㄱ) 2,000bps, FSK
   ㄴ) 4,000bps, ASK
   ㄷ) 6,000bps, 2-PSK
   ㄹ) 6,000bps, 4-PSK

ㅁ) 6,000bps, 8-PSK
ㅂ) 4,000bps, 4-QAM
ㅅ) 6,000bps, 16-QAM
ㅇ) 36,000bps, 64-QAM

92. 비트속도와 비트결합이 주어 진 경우에 보드속도를 계산하시오.
ㄱ) 2,000bps, 쌍비트
ㄴ) 6,000bps, 3중비트
ㄷ) 6,000bps, 4중비트
ㄹ) 6,000bps, 비트

93. 보드속도와 변조형태가 주어 진 경우에 비트속도를 계산하시오.
ㄱ) 1,000보드, FSK
ㄴ) 1,000보드, ASK
ㄷ) 1,000보드, 8-PSK
ㄹ) 1,000보드, 16-QAM

94. 다음의 경우에 별자리도형을 그리시오.
ㄱ) ASK, 1과 3의 진폭
ㄴ) 2-PSK, 0°와 180°에서 1의 진폭

95. 원천으로부터의 자료가 –1.0과 +1.0사이의 값에 놓여 있다. 8bit량자화가 사용된다면 자료점 0.91, –0.25, 0.56, 0.71은 어떻게 변형될수 있는가?
96. 별자리의 자료점들이 (4.0)과 (6.0)에 있다. 별자리를 그리시오. 매점에서 진폭과 위상을 보여 주시오. ASK변조인가? PSK변조인가? QAM변조인가? 이 별자리를 가지고 보드당 몇비트를 보낼수 있는가?
97. 자료점들이 (4.5)와 (8.10)일 때 문제 96을 반복하시오.
98. 자료점들이 (4.0)과 (-4.0)에 있을 때 문제 96을 반복하시오.
99. 자료점들이 (4.4), (-4.0), (-4,-4)에 있다면 문제 96을 반복하시오.
100. 자료점들이 (4.0), (4.4), (-4.0), (-4,-4)에 있을 때 문제 96을 다시 하시오.
101. 그림 5-54에서 별자리는 ASK, FSK, PSK 혹은 QAM을 표시하는가?

그림 5-54. 문제 101

102. 그림 5-55의별자리는 ASK, FSK, PSK 혹은 QAM을 표시하는가?

그림 5-55. 문제 102

103. 그림 5-56의 별자리는 ASK, FSK, PSK 혹은 QAM을 표시하는가?
104. 그림 5-57의 별자리는 ASK, FSK, PSK 혹은 QAM을 표시하는가?
105. 별자리가 12점을 가질수 있는가? 왜 할수 있거나 못하는가?
106. 별자리가 18점을 가질수 있는가? 왜 할수 있거나 못하는가?
107. 별자리에서 점들의 개수에 대한 일반적규칙을 정의할수 있는가?
108. 별자리에 여덟개의 점이 있다면 보드당 몇비트는 보낼수 있는가?

그림 5-56. 문제 103

그림 5-57. 문제 104

109. 다음의 매 AM국들이 요구하는 통과대역을 계산하시오. FCC규칙을 무시한다.
ㄱ) 4kHz의 통과대역을 가진 변조신호
ㄴ) 8kHz의 통과대역을 가진 변조신호
ㄷ) 2,000～3,000Hz의 주파수를 가진 변조신호

110. 다음의 매 FM국들이 요구하는 통과대역을 계산하시오. FCC규칙들을 무시한다.
ㄱ) 12kHz의 통과대역을 가진 변조신호
ㄴ) 8kHz의 통과대역을 가진 변조신호
ㄷ) 2,000부터 3,000Hz의 주파수를 가진 변조신호

제6장. 수자자료의 전송대면부와 모뎀

전송할수 있는 형식으로 정보를 부호화하였다면 다음 단계는 전송과정 그자체를 조사하는것이다.

정보처리설비에서 전송회선을 통하여 이 신호들을 전송하기 위하여 부호화된 신호를 만들어 내자면 일반적으로 장치를 요구한다. 실례로 PC는 수자신호를 만들어 냈지만 전화회선을 통하여 보내기전에 반송주파수를 변조시키는 보충적인 장치를 요구한다. 그러면 발생장치로부터 다른 장치로 부호화된 자료를 어떻게 중계할수 있는가? 그것은 대면부라고 부르는 소형통신회선류형인 도선묶음에 의하여 진행된다.

대면부는 같은 제작자가 만들지 않은 두 장치를 련결시키기때문에 그것의 특성은 규정되여야 하고 규격이 설정되여 있어야 한다. 대면부의 특성은 장치기술적특성(신호를 전송하는데 얼마의 도선이 사용되는가?), 전기기술적특성(받아 들일 신호의 주파수, 진폭, 위상) 그리고 기능적, 기술적특성(만일 다중도선이 사용된다면 매개가 무엇을 하는가?)을 포함한다. 이 특성들은 모두 여러 일반규격들로 서술하였고 OSI모형의 물리층에 통합시켰다.

6. 1. 수자자료전송

한 장치로부터 다른 장치로 자료의 전송을 고찰할 때 1차적인 관심은 선늘이기이며 선늘이기를 고찰하는데서 기본은 전송하려는 자료렬이다. 한번에 한 비트를 보내는가? 혹은 큰 묶음으로 비트들을 묶는가? 그것은 어떻게 하는가? 한개 회선을 통하는 2진수자료의 전송은 병렬방식 또는 직렬방식으로 할수 있다. 병렬방식에서는 다중비트들이 매 박자임풀스와 동기되여 송신된다. 직렬방식에서는 한 비트가 매 박자임풀스와 동기되여 송신된다. 병렬자료를 보내는것은 한가지 방법밖에 없지만 직렬전송에는 동기와 비동기 두가지 부분클라스가 있다(그림 6-1을 참고).

그림 6-1. 자료전송

병렬전송

1과 0으로 구성되는 2진자료는 Nbit의 묶음으로 구조화할수 있다. 콤퓨터들은 언어를 리해하고 리용하는것처럼 문자가 아니라 단어의 형태로 많은 비트묶음을 만들어 내고 처리한다. 묶음화함으로써 한번에 하나가 아니라 많은 자료를 보낼수 있다. 이것을 병렬전송이라고 부른다.

병렬전송을 위한 구조는 개념적으로 간단한것이다. 한번에 Nbit를 보내기 위하여 N개의 도선을 리용한다. 그 방법에서 매 비트는 자기 전용의 도선을 가지며 한 장치로부터 다른 장치로의 모든 Nbit묶음을 전송할수 있다. 그림 6-2는 N=8의 경우에 어떻게 병렬전송이 이루어 지는가를 보여 준다. 여덟개의 도선이 매 끝에서 접속기를 가진 케블과 묶어 졌다.

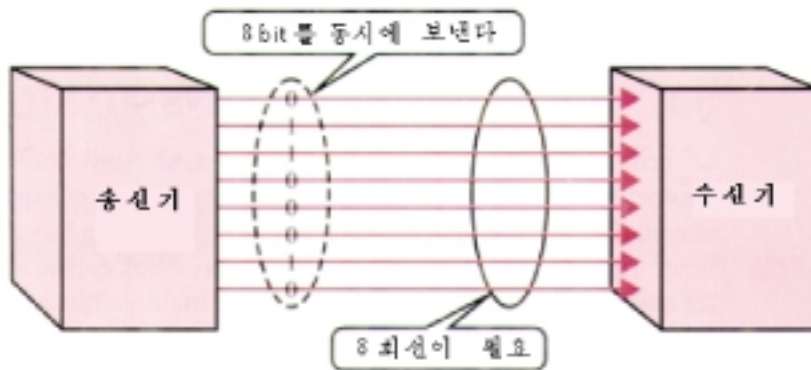



그림 6-2. 병렬전송

병렬전송의 우점은 속도가 빠르다는것이다. 병렬전송은 직렬전송에 비하여 N배만큼 전송속도가 증가할수 있다. 그러나 무시 못할 결함이 있다. 병렬전송에서는 자료렬을 전송하기 위하여 바로 N개의 통신회선(실례에서는 도선)을 요구하는것이다. 이 비용때문에 병렬전송은 보통 짧은 거리만으로 제한된다.

직렬전송

직렬전송에서는 한 비트가 다른 비트를 따라 간다. 그리하여 두 통신장치들사이에 자료를 전송할 때 N개가 아니라 하나의 통신통로만 요구할수 있다(그림 6-3을 참고).

병렬전송에 비한 직렬전송의 우점은 하나의 통신통로만 리용하기때문에 병렬전송보다 대체로 N배만큼 비용이 감소된다. 장치안에서 통신은 병렬이기때문에 송신기와 회선(병렬-직렬), 회선과 수신기(직렬-병렬)사이의 대면부에서 변환장치가 요구된다. 직렬전송은 비동기 혹은 동기방식으로 진행된다.

그림 6-3. 직렬전송

비동기전송

비동기전송은 신호의 시간조종이 중요하지 않기때문에 그렇게 불리운다. 대신에 정보를 합의된 패턴으로 수신하고 변환한다. 이 패턴들이 계속되는동안 수신장치는 그것을 보낸 리듬을 고려하지 않고 정보를 수신할수 있다. 패턴들은 비트렬을 바이트로 묶은것에 기초를 두고 있다. 보통 여덟비트인 매 묶음을 한 바이트단위로 하여 련결고리를 따라서 보낸다. 수신체계는 매 묶음을 독립적으로 조종하며 시계조종기에 관계없이 읽을 때마다 련결고리에 중계한다.

동기화임풀스가 없기때문에 수신기는 다음 묶음이 도착할 때를 예견하고 시간조종기를 리용할수 있다. 따라서 수신기에 새 묶음의 도착을 알리기 위하여 매 바이트의 시작에 비트를 덧붙인다. 보통 0인 이 비트를 시작비트라고 부른다. 바이트가 완성되였다는것을 수신기가 알도록 하기 위하여 하나 혹은 그이상의 보충비트들을 바이트의 끝에 덧붙인다. 보통 1인 이 비트들을 정지비트라고 부른다. 이 방식에서 매 바이트는 적어도 크기가 10bit로 증가되며 그가운데서 8bit는 정보이고 2bit 혹은 그이상 비트는 수신기를 위한 신호이다. 그밖에 매 바이트의 전송에는 변화하는 지속시간을 가진 틈이 따를수 있다. 이 틈은 휴식통로이든지 혹은 부차적인 정지비트들의 렬로 표시될수 있다.

비동기전송에서는 매 바이트의 시작에 하나의 시작비트(0)와 끝에 하나 혹은 그이상의 정지비트를 보낸다. 매 바이트사이에는 틈이 있을수 있다.

시작비트, 정지비트들과 틈은 매 바이트의 시작과 끝이라는것을 수신기에 알리며 자료렬과 수신기가 동기되게 한다. 이 구조를 비동기라고 부르는데 그것은 바이트준위에서 송신기와 수신기가 동기되지 않았기때문이다. 그러나 매 바이트안에서 수신기는 들어 오는 비트렬과 여전히 동기되여야 한다. 즉 일정한 동기가 한 바이트기간에만 필요하다. 수신장치는 매 새 바이트의 시작시에 재동기되여야 한다. 수신기는 시작비트를 검출한후 시간조종기를 설정하고 들어 온 비트들을 계수한다. Nbit후에 수신기는 정지비트를 기다린다. 정지비트를 검출하자마자 수신기는 다음 시작비트를 검출할 때까지 그 어떤 수신된 임풀스들도 무시한다.

비동기란 바이트준위에서의 비동기를 의미하며 비트들은 여전히 동기되여 있다.

그림 6-4는 비동기전송의 형식적실례이다. 실례에서 시작비트들은 0이고 정지비트들은 1이며 틈은 보충적인 정지비트들이라기보다는 휴식기간으로 표시된다.

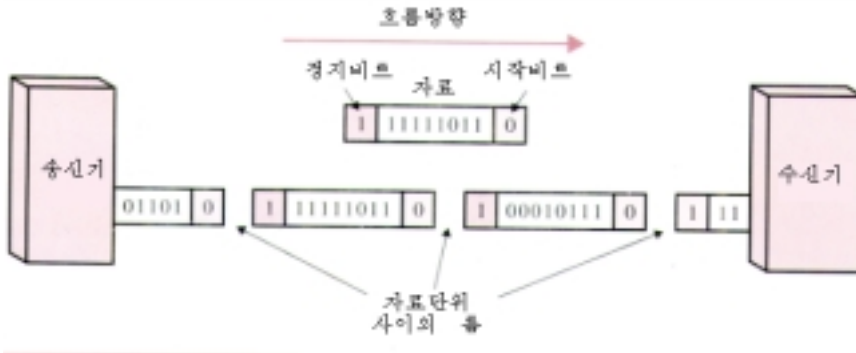



그림 6-4. 비동기전송

비트렬에 정지, 시작비트를 덧붙이고 틈을 끼워 넣은것은 비동기전송이 조정정보의 추가없이 동작할수 있는 전송형태보다 더 늦어 지게 한다. 그러나 저속통신과 같은데서는 값이 눅고 효률적이라는 두가지 우점이 있다. 실례로 콤퓨터와 말단의 접속은 비동기전송에 대한 전형적인 응용으로 된다. 사용자는 한번에 한 문자만 타자하는데 자료처리의 견지에서는 극히 천천히 타자하는것으로 되고 매 문자사이의 시간틈은 예측할수 없다.

동기전송

동기전송에서는 다중바이트를 포함할수도 있는 긴 《프레임》으로 비트렬을 결합한다. 그러나 매 바이트는 그 사이에 틈이 없이 전송고리에 송신된다. 수신기는 해신목적때문에 비트렬을 바이트로 분리한다. 즉 자료는 1과 0의 렬로 전송되며 수신기는 그 렬을 바이트 혹은 문자로 분리하고 정보를 재조립하는데 편리한 문자들로 분리한다. 수신기는 자료를 바이트 혹은 편리한 문자단위로 분리한다.

동기전송에서는 시작/정지비트나 틈이 없이 련이어 비트들을 보낸다. 비트들을 묶는것이 수신기의 임무이다.

그림 6-5는 동기전송의 도식적실례이다. 그림에서는 바이트들사이를 분할하였다. 실제는 이 분할이 존재하지 않는다. 송신기는 그 자료를 하나의 긴 렬로 회선에 내보낸다. 만일 송신기가 무리를 지어 자료를 보내려고 한다면 그사이의 틈이 휴식이라는것을 의미

하도록 0과 1의 특정한 렬로 채워 져야 한다. 수신기는 그것들이 도착할 때 비트들을 계수하고 여덟비트단위로 묶는다.

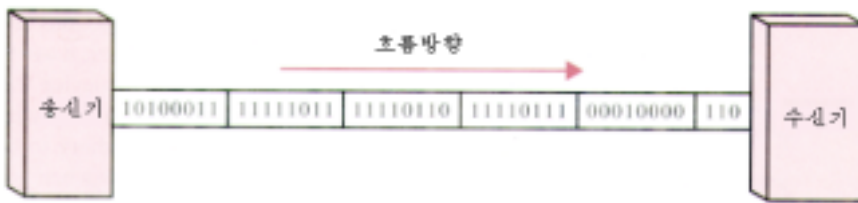



그림 6-5. 동기전송

이때 틈과 시작/정지비트가 없으며 렬가운데에는 수신기가 비트동기를 조정하도록 하는 내부구조가 없다. 그러므로 시간조종기가 대단히 중요하다. 그것은 수신된 정보의 정확성이 정보가 들어 올 때 비트들의 계수를 보장하는 수신장치의 정확성에 완전히 의존되기때문이다.

동기전송의 우점은 속도이다. 즉 송신단에서 첨가하고 수신단에서 제거하는 추가적인 비트틈이 없으며 회선을 통과하는 비트가 작기때문에 동기전송은 비동기전송보다 빠르다. 때문에 그것은 한 콤퓨터로부터 다른 콤퓨터까지 고속자료전송을 하는데 아주 효과적이다. 바이트동기는 자료련결층에서 완성된다.

6. 2. DTE-DCE대면부

지금 단계에서 콤퓨터망에 대한 두가지 중요한 술어를 명백히 하여야 한다. 즉 자료말단장치(DTE)와 자료회선종단장치(DCE)이다. 보통 자료의 통신에 포함되는 네개의 기초적인 기능단위가 있다. 즉 한 끝에서 DTE와 DCE 그리고 다른 끝에서 DCE와 DTE(그림 6-6을 참고). DTE는 자료를 만들고 어떤 필요한 조종들과 함께 그것을 DCE까지 통과시킨다. DCE는 전송매체에 알맞는 형식으로 신호를 변환하고 망련결고리에 그것을 인입한다. 수신단에 신호가 도달하면 이 과정들이 거꾸로 진행된다.

그림 6-6. DTE와 DCE들

자료말단장치(DTE)

자료말단장치(DTE)는 2진수자자료를 만드는 원천 또는 2진수자자료의 목적지로 동작을 하는 어떤 장치이다. 물리층에서 그것은 개인용콤퓨터, 콤퓨터, 인쇄기, 팍스기계 혹은 수자자료를 만들어 내거나 소모하는 말단일수 있다. DTE들은 흔히 서로 직접적으로 통신할수 없다. 그것들은 정보를 만들어 내고 소모할뿐이며 통신을 위해서는 중간장치를 필요로 한다. DTE의 동작을 인간이 뇌수기능으로 가상해 볼수 있다. 만약 다른 사람에게 자기 의사를 전달하려면 뇌수는 이것을 직접 하지 못하고 성대와 입을 통하여 소리파로 상대방의 귀에 전달한다. 그다음 그것은 상대방의 뇌수에 전달된다. 이 모형에서 사람의 뇌수는 DTE이고 성대와 입은 DCE이다. 귀도 역시 DCE이다. 공기 혹은 전화선은 전송매체이다.

DTE는 2진수자자료의 원천 혹은 2진수자자료의 목적지인 어떤 장치이ㅏ.

자료회선종단장치(DCE)

자료회선종단장치(DCE)는 망을 통하는 상사 혹은 수자신호형태로 자료를 보내거나 받는 어떤 기능적장치를 의미한다. 물리층에서 DCE는 DTE가 만든 자료를 받아서 그것을 적당한 신호로 바꾸고 그다음 원격통신련결고리에 신호를 인입시킨다. 일반적으로 이 층에서 사용된 DCE들은 모뎀들(변조기/복조기, 6장 4절에서 론의한다.)을 가지고 있다. 어떤 망에서 DTE는 수자자료를 만들고 그것을 DCE에 보낸다. DCE는 전송매체에 알맞는 형태로 자료를 바꾸고 그 망에 있는 다른 DCE에 변환된 신호를 보낸다. 두번째 DCE는 회선에서 신호를 취하여 그의 DTE가 리용할수 있는 형태로 변환한다. 이 통신을 보장하기 위하여 송신기와 수신기의 DCE는 같은 변조방식 즉 FSK을 리용하여야 한다. 즉 조선어만 리해하는 누군가와 통신하려 한다면 조선어로만 말해야 하는것과 마찬가지이다. 두 DTE가 서로 조화되여야 할 필요는 없으나 자료변환을 완전하게 하려면 자기 소유의 DCE와 서로 조화되여야 하고 DCE들호상간 조화되여야 한다.

DCE는 상사 혹은 수자신호의 형태로 망을 통하여 자료를 송신하고 수신ㅎ는 어떤 장치이다.

규격들

몇년간에 DTE와 DCE사이의 접속을 규정하는 많은 규격들이 개발되였다(그림 6-7을 참고). 비록 그것들의 해결방도는 다르지만 련결을 위하여 기계적, 전기적, 기능적특성에 대한 모형을 보장하여야 한다.

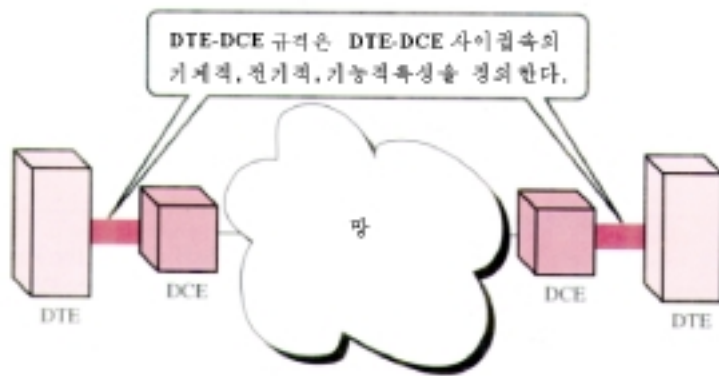



그림 6-7. DTE-DCE대면부

DTE-DCE대면부규격들을 포함한 기구들중에서 가장 활동적인것은 전자공업협회(EIA)와 국제통신련맹-원격통신규격위원회(ITU-T)이다. EIA규격을 EIA-232, EIA-4432, EIA-449 등이라고 부른다. ITU-T규격을 V계렬과 X계렬이라고 부른다.

EIA와 ITU-T는 DTE-DCE대면부규격을 개발하였다. EIA규격들은 EIA-232, EIA-442, EIA-449 등이다. ITU-T규격들은 V계렬과 X계렬이라고 부른다.

EIA-232대면부

EIA가 개발한 중요한 대면부규격의 하나는 EIA-232인데 그것은 DTE와 DCE사이 대면부의 기계적, 전기적, 기능적특성들을 규정한다. 원래 1962년에 RS-232규격(권고된 규격)으로 나왔는데 EIA-232는 여러번 개정되였다. 가장 최근의 변종인 EIA-232-D는 사용될 접속기의 형태만이 아니라 특정의 케블, 접속기, 매 다리의 기능도 규정한다.

EIA-232(이전에 RS-232라고 불렀다.)는 DTE와 DCE사이 대면부의 기계적, 전기적, 기능적특성들을 규정한다.

기계적특성

EIA-232규격의 기계적, 기술적특성은 대면부가 량쪽에 붙어 있는 DB-25다리, 접속기와 25개 도선케블로 정의한다. 케블의 길이는 15m를 넘지 말아야 한다(약 50다리). DB-25접속기는 25다리를 가진 접속기인데 매개에는 특정의 기능을 가진 단일도선이 련결되여 있다. 이 설계에 따라 EIA는 DTE와 DCE사이에서 25가지의 호상작용가능성을 주었다. 현재 실제로 사용되는 기능은 얼마 없으나 앞으로의 기능을 예견하여 포함시켰다.

EIA-232는 25개 도선케블이 한 끝에서는 접속구로, 다른 끝에서는 접속두로 되여 있

다. 접속두는 케블의 매개 도선이 다리에 련결된 플라그를 의미한다. 접속구는 케블의 매개 도선이 금속관에 련결된 소케트를 의미한다. DB−25접속기는 접속구와 접속두로 배렬되여 있는데 우에 13개, 밑에 12개로 되여 있다. EIA−232의 다른 하나는 량끝에 련결된 접속기 DB−9를 가진 9선 케블을 리용한것이다.

전기적명세

규격의 전기적기술특성은 DTE와 DCE사이에서 어느 쪽으로든지 전송할수 있는 신호의 형태, 전압준위들을 규정한다.

자료를 보내기 송신자료에 대한 전기적기술특성을 그림 6−8에서 보여 주었다. EIA−232는 NRZL부호화를 리용하면서 모든 자료가 론리적1과 0으로 전송되여야 한다고 지적하고 있는데 0을 정의전압, 1을 부의전압으로 정의하였다. 그러나 제일 높은 진폭과 제일 낮은 진폭의 경계로써 단일대역을 정의하지 않고 EIA−232는 하나는 정의전압, 다른것은 부의전압인 서로 분리된 두 대역으로 정의하였다. 수신기는 이 대역안에 놓이는 임의의 전압도 약속된 신호로 인식하고 받아 들이지만 대역밖에 놓이는 전압은 받아 들이지 않는다. 자료로 인식하려는 신호의 진폭은 3V와 15V 혹은 −3V와 −15V사이에 있어야 한다. 유효신호가 두 12V대역안에 놓이는것을 허용하여 EIA−232는 잡음에 의한 신호의 감소가 자료를 인식하는데 영향을 주지 않도록 하였다. 즉 한 임풀스가 허용대역안에 놓이는 한 그 임풀스의 정확성은 중요하지 않다.

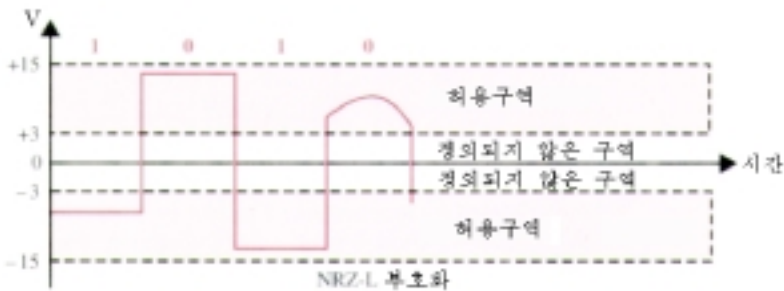



그림 6−8. EIA−232에서 송신자료에 대한 전기적명세

그림 6−8은 잡음에 의하여 곡선으로 된 구형파를 보여 주었다. 네번째 비트의 진폭은 의도하는것(두번째 비트와 비교하여)보다 작으며 하나의 단일전압에 머물지 않고 많은 전압대역을 가지고 있다. 만일 수신기가 고정된 전압만 받아 들인다면 이 임풀스감소는 그 비트를 재생할수 없게 할것이다. 수신기가 그것의 총 지속시간동안 단일전압을 유지하는 임풀스만 받아 들인다면 그 비트는 재생할수 없다.

조종과 시간조종

EIA−232대면부에서 25개의 가능한 선들중 4선만 자료기능에 리용된다. 나머지 21개는 조종, 시간조종, 접지, 검사와 같은 기능을 위해 예견되였다. 다른 선들에 대한 전기적

기술특성들은 자료전송을 보장하는것들과 비슷하며 더 간단하다. 다른 기능들중의 어떤것은 최소한 +3V의 전압을 전송한다면 ON으로 고찰되고 −3보다 더 낮은 값을 가진 전압을 전송한다면 OFF로 간주한다.

> EIA−232의 전기적명세에서는 자료가 아닌 신호들의 경우에 −3보다 작은것은 OFF로, +3보다 큰것은 ON으로 한다.

그림 6−9에서는 이 신호의 하나를 보여 준다. 조종신호에 대한 기술적특성은 자료신호의 경우와 개념적으로 반대된다. 정의전압은 ON을 의미하고 부의전압은 OFF를 의미한다. OFF는 여전히 특정한 전압대역의 전송으로 의미가 부여된다는것을 주목해야 한다. 체계가 동작하는 동안 이 도선들중의 하나가 전압이 없다는것은 무엇인가에 대한 적당한 작업을 하고 있지 않는다는것을 의미하는것이지 그 회선이 차단된것을 의미하지는 않는다.

전기적명세의 마지막 중요한 기능은 비트속도의 규정이다. EIA−232는 20kbps의 최대 비트속도를 보장하는데 실천적으로는 초과될수도 있다.

기능적기술특성

EIA−232에는 두개의 서로 다른 기능을 가진 DB−25와 DB−9접속기가 있다.

DB−25실현 EIA−232는 DB−25다리접속기 매개 다리의 기능을 정의한다. 그림 6−10은 접속두의 매 다리의 순서와 기능을 보여 준다. 접속구는 접속두와 대칭이며 따라서 플라그에서 다리 1은 소케트에서 관1과 정합된다.

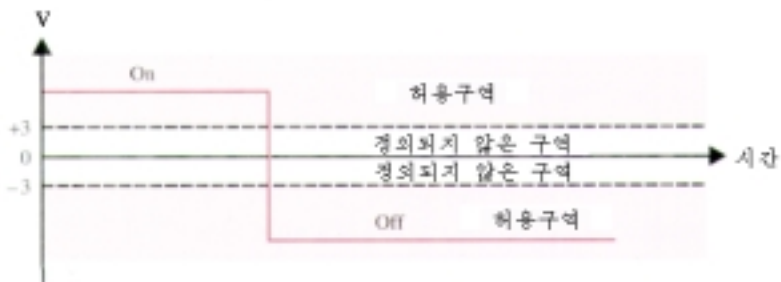



그림 6−9. EIA−232에서 조종신호에 대한 전기적기술특성

매 통신기능은 전 2중동작을 할수 있도록 즉 반대방향통과를 위하여 대칭특성을 가지고 있다. 실례로 다리 2는 자료를 전송하기 위해서이고 다리 3은 자료를 수신하기 위한것이다. 이 방법으로 두 쌍들은 같은 시간에 자료를 전송할수 있다. 그림 6−10에서 볼수 있는것처럼 매 다리를 리용한것은 아니다. 다리 9와 10은 앞으로의 사용을 예견한것이다. 다리 11은 아직 할당되지 않았다.

그림 6-10. EIA-232 DB-25에서 다리들의 기능

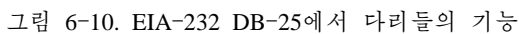
DB-9실현

DB-25실현에서 대다수 다리들은 단일비동기접속에서서는 필요하지 않다. 그림 6-11에서는 EIA-232의 보다 간단한 9다리변종 즉 DB-9를 보여 주었다. 두개 접속기의 기능에서 다리 대 다리 관계가 없다는것을 주목하여야 한다.

그림 6-11. EIA-232. DB-9에서 다리들의 기능

실례

그림 6-12의 이 실례는 1차 통로만 사용하는 임대회선을 통하는 동기형전2중방식의 EIA-32의 기능을 보여 주었다. 여기서 DCE들은 모뎀이며 DTE들은 콤퓨터이다. 준비로부터 종결까지 다섯 단계가 있다. 이것은 전2중모형이며 그리하여 콤퓨터/모뎀체계들은 서로 자료를 련속적으로 전송할수 있다. 그러나 EIA모형에 의하여 한 체계는 여전히 송신자로 분류되고 다른것은 수신자로 분류된다.

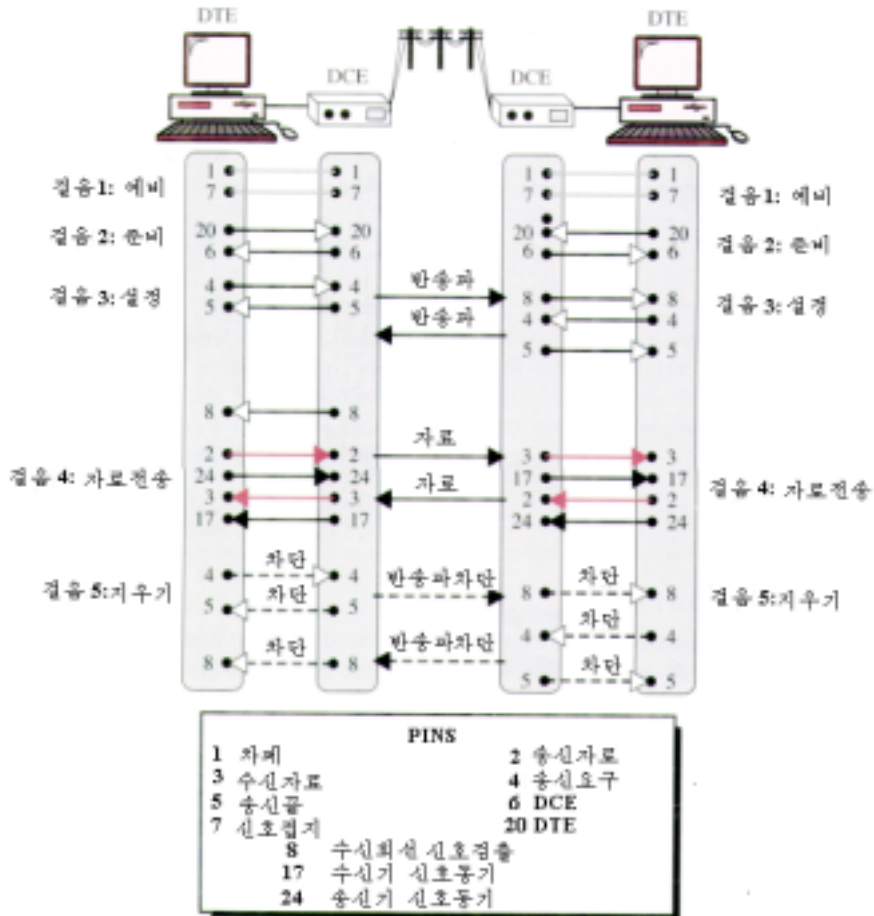



그림 6-12. 동기형전2중방식

1단계는 전송을 위해 대면부를 준비하는것이다. 1(외피), 7(접지신호)인 두 접지회로가 송신콤퓨터/모뎀결합(왼쪽)과 수신콤퓨터/모뎀결합(오른쪽)사이에서 능동이다.

2단계는 모든 네개 장치가 전송을 위해 준비되는것이다. 먼저 송신 DTE가 다리 20을 활성시키고 DTE준비통보문을 그것의 DCE에 보낸다. DCE는 다리 6을 활성시키고 준비통보문을 귀환시켜 답변한다. 이와 같은 순서가 원격콤퓨터의 모뎀에 의해서 수행된다.

3단계는 송신과 수신모뎀사이에서 물리적련결을 설정하는것이다. 이것은 전송을 위한 ON스위치로 생각할수 있다. 망에 접속시키는것이 첫 단계이다. 먼저 송신 DTE는 다리 4를 활성시키고 요구−송신통보문을 DCE에 보낸다. DCE는 휴식중의 수신모뎀에 반송신호를 보낸다. 수신모뎀은 반송신호를 검출하고 송신이 시작되였다는것을 그것의 콤퓨터에 알리는 수신회선신호검출다리 8을 활성시킨다. 송신 DCE는 반송기신호를 전송한 후에 다리 5를 활성시키고 지우기−송신통보문을 그것의 DTE에 송신한다.

4단계는 자료전송과정이다. 시작콤퓨터는 다리 24를 통해서는 시간조정임풀스를, 다리 2를 통해서는 자료렬을 모뎀에 보낸다. 모뎀은 수자자료를 상사신호로 바꾸고 망을 거쳐 그것을 보낸다. 응답하는 모뎀은 신호를 검색하고 수자자료로 다시 바꾸며 다리 17을 통해서는 시간조정임풀스를, 다리 3을 통해서는 자료를 콤퓨터까지 보낸다.

한편 수신콤퓨터는 송신콤퓨터와 같은 절차로 송신자료를 처리한다.

일단 량쪽이 다 그것의 전송이 완성되면 두 콤퓨터는 요구−응답회로를 휴식시킨다. 모뎀들은 반송신호, 수신된 회선신호검출기(어떤 신호도 더는 검출할수 없다), 완료−송신도선들을 차단한다(5단계).

Null모뎀

같은 건물에 있는 두 DTE를 실례로 두 작업말단을 련결할 필요가 있다고 하자. 모뎀들은 호환성 있는 두 수자장치들을 직접 련결하는데는 요구되지 않는다.

그 전송은 전화회선과 같은 상사회선을 리용해야 할 필요가 없으며 따라서 변조할 필요가 없다. 그러나 EIA−232 DTE−DCE케블처럼 교환(준비확립, 자료전송, 수신 등)을 조정하는 대면부를 요구할수 있다.

EIA규격으로 보장된 해결방도는 Null모뎀이라고 부르는것이다. Null모뎀은 DCE들이 없이 DTE−DCE대면부를 보장한다. 왜 Null모뎀을 사용하는가? 요구하는것이 대면부가 전부라면 왜 규격 EIA−232케블을 리용하지 않는가? 그 문제를 리해하기 위하여 그림 6−13을 참고하면 된다. ㄱ)부분은 전화망을 리용하는 접속을 보여 준다. 두 DTE들은 DCE들을 통하여 정보를 교환하고 있다. 매 DTE는 다리 2를 통하여 자료를 보내고 DCE는 다리 2로 그것을 받는다. 매 DTE는 다리 3을 리용하여 DCE에서 정방향으로 되는 다리 3을 통하여 자료를 받는다. 볼수 있는것처럼 EIA−232케블은 DTE다리 2를 DCE에 그리고 DCE다리 3을 DTE다리 3에 련결한다. 다리 2를 통하는 통신량은 항상 DTE로부터 나간다. 다리 3을 리용한 통신량은 DTE들로 들어 온다. DCE는 신호의 방향을 인식하고 해당한 도선을 따라 전송한다.

그림의 ㄴ)부분은 두 DTE들사이에서 같은 접속을 리용할 때 무슨 일이 일어 나는가를 보여 준다. 적당한 다리들에 신호를 교환해 주는 DCE가 없이 두 DTE들은 같은 다리 2를 통하여 송신하려고 하고 같은 다리 3을 통하여 수신하려고 한다. DTE들은 그것들의 수신다리가 아니라 서로의 송신다리들에 전송하고 있다. 수신회로(3)는 전송과 완전히 분리되여 있다. 전송회로(2)는 어느 DTE도 결코 수신할수 없는 충돌잡음과 신호들로 꽉 찬다. 따라서 한 장치로부터 다른장치까지 자료가 넘어 갈수 없다.

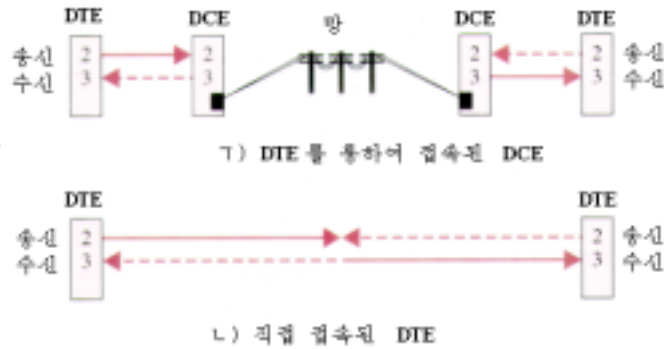



그림 6-13. DCE가 있는 경우와 없는 경우의 일반자료다리접속리용

교차련결 전송이 일어 나게 하려면 첫 DTE의 다리 2를 두번째 DTE의 다리 3에, 두번째 DTE의 다리 2를 첫번째 DTE의 다리 3에 련결하여 도선들이 사귀여야 한다. 이 두 다리들이 제일 중요하다. 여러 다른 다리들도 류사한 문제점을 가지고 있으며 역시 교차가 필요하다(그림 6-14를 참고).

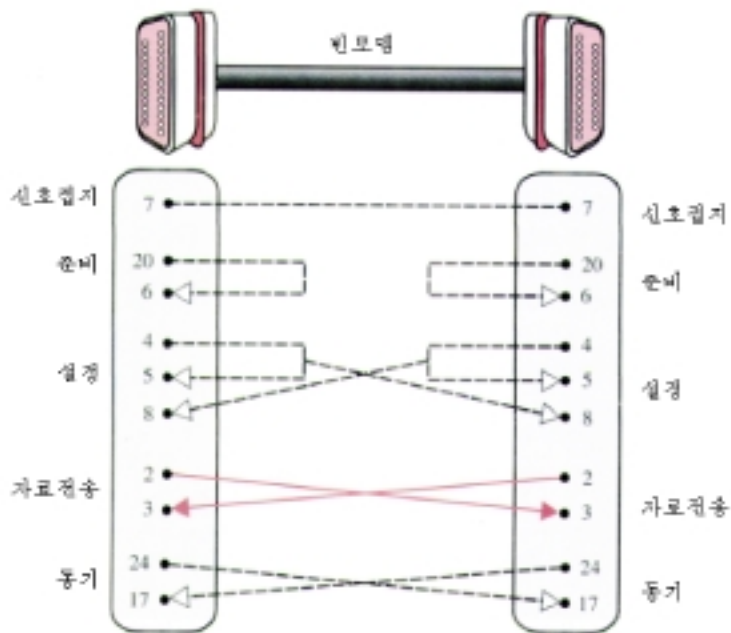



그림 6-14. Null모뎀다리련결

Null모뎀은 DCE들과 그것들사이에서 망을 가지고 있다고 믿도록 량끝의 DTE들을 기만하는 회로를 만드는 EIA-232대면부이다. 그 목적은 접속하는것이기때문에 Null모뎀은 긴 케블이기도 하고 장치이기도 하며 EIA-232규격케블을 적당히 배선조작하여 자체

로 만들수도 있는것이다. 이 선택들중에서 케블이 제일 공통적으로 사용되며 가장 편리하다.

다른 차이들 EIA−232 DTE−DCE대면부케블이 DTE끝에서 접속구와 DCE끝에서 접속두를 가지고 있는 반면에 Null모뎀은 량끝의 접속구를 가지고 접속두인 EIA−232 DTE포구에 련결시킬수 있다.

6. 3. 다른 대면부규격들

자료속도와 케블길이(신호전송 능력)는 EIA−232에 의하여 제한되여 있다. 즉 20kbps까지의 자료속도와 50pit(15m)까지의 케블길이, 그이상의 속도와 거리를 요구하는 사용자들의 요구를 만족시키는 경우에 EIA와 ITU−T는 보충적인 대면부규격을 도입하였다(EIA−449 그리고 X.21).

EIA−449

EIA−449의 기계적기술특성은 두 접속기의 결합이다. 37다리(DB−37)와 9다리(DB−9)를 결합하여 46다리를 만들었다(그림 6−15를 참고).

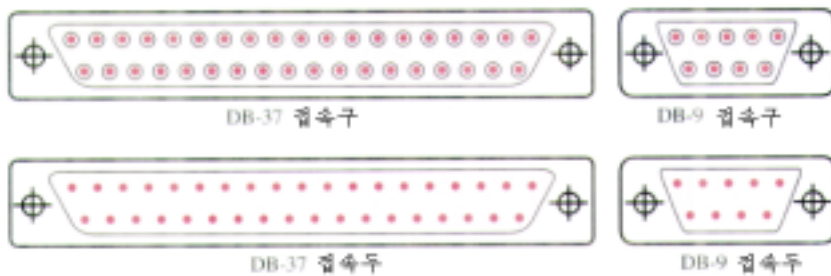



그림 6−15. EIA−449DB들

EIA−449의 기능적특성은 DB−25의 특성과 류사한 DB−37다리특성들을 규정한다. 25다리와 37다리접속기사이의 주요 기능차이는 2차 통로에 관계되는 모든 기능을 DB−37로부터 분리한것이다. 2차 통로가 좀처럼 리용되지 않기때문에 EIA−449는 그 기능을 분리하여 9다리접속기(DB−9)인 2차에 그것을 놓았다. 이 경우에 2차 통로는 그것을 요구하는 체계에 유효하다.

DB−37다리기능

EIA−232와의 호환성을 위하여 EIA−449는 자료교환, 조종, 시간조종정보에서 사용되는 다리들을 두 부류로 정의한다(표 6−1을 참고).

표 6-1 DB-37다리들

핀	기능	부류	핀	기능	부류
1	차폐		20	수신접지	II
2	신호속도지시		21	무효	I
3	무효		22	송신자료	I
4	송신자료	I	23	송신동기	I
5	송신동기	I	24	수신자료	I
6	수신자료	I	25	송신요구	I
7	송신요구	I	26	수신동기	I
8	수신동기	I	27	송신끝	I
9	송신끝	I	28	봉사끝	II
10	국부순환	II	29	자료방식	I
11	자료방식	I	30	말단준비	I
12	말단준비	I	31	수신준비	I
13	수신준비	I	32	선택중지	II
14	원격순환	II	33	신호질	
15	입구호출		34	새 신호	II
16	주파수선택	II	35	말단동기	I
17	말단동기	I	36	중지지시	II
18	검사방식	II	37	송신접지	II
19	신호접지				

I부류다리

I부류는 기능이 EIA-232와 조화되는 다리들을 포함하고 있다(비록 대다수가 다른 이름으로 불리우고 있어도). 매 I부류다리들에 대하여 EIA-449는 대응하는 다리들을 두 렬에 배렬한것이다. 실례로 다리 4와 22는 송신자료라고 부른다. 이 두 다리들은 EIA-232에서 다리 2와 등가인 기능을 가진다. 다리 5와 23은 송신시간조종이라고 불리우고 다리 6과 24는 수신자료라고 불리운다. 흥미 있는것은 다리쌍들이 접속기에서 서로 수직으로 린접해 있는데 두번째 렬의 다리는 첫 렬의 자기 쌍밑에 위치하고 있는것이다(DB-25접속기의 번호에 기초한 DB-37접속기의 번호가 이 관계를 보여 준다.). 이 구조는 EIA-449의 기능을 보충한다. 다리들이 어떻게 관계되는가 하는것은 이 절의 뒤에서 전기적기술특성에서 정의된 신호화의 두가지 다른 방법을 론의할 때 명백하게 고찰된다.

II부류다리

II부류 다리들은 EIA-232에서 등가가 아니며 다시 정의되는것들이다. 새 다리들의 번호들과 기능들은 다음과 같다.

- **국부회선되돌이** 다리 10은 국부회선되돌이검사를 위해서 사용된다.

- **원격회선되돌이** 다리 14는 원격회선되돌이검사를 위해서 사용된다.
- **선택주파수** 다리 16은 두개의 서로 다른 주파수들사이에서 선택하기 위하여 사용한다.
- **검사방식** 다리 18은 다른 준위들을 검사하는데 사용한다.
- **공통수신** 다리 20은 DCE부터 DTE까지 비평형회로에 대한 공통신호귀환회선을 보장한다.
- **봉사말단** 다리 28은 DTE가 동작상태를 DCE에 알린다.
- **예비선택** 고장의 경우에 예비장치의 사용을 요청하게 한다.
- **새로운 신호** 다리 34는 1차 DTE가 여러 2차 DTE들을 조정하는 다중점응용의 경우에 의의가 있다. 다리 34가 활성될 때 한 DTE는 자료교환을 완성하고 새로운것을 시작한다는것을 가리킨다.
- **예비지시기** 다리 36은 예비선택(다리 32)에 응답하여 DCE로부터 확인신호를 보장한다.
- **공통송신** 다리 37은 DTE로부터 DCE까지 비평형회로에 대한 공통신호귀환회선을 보장한다.

DB-9다리기능

표 6-2에 DB-9접속기의 다리기능들을 주었다. 여기서 DB-9접속기는 EIA-232에서 론의된것과 다르다.

표 6-2 DB-9다리

다리	기 능
1	차페
2	2차 수신준비
3	2차 송신자료
4	2차 수신자료
5	신호접지
6	수신접지
7	2차 송신요구
8	2차 송신끌
9	송신접지

전기적기술특성(RS-423과 RS-422)

EIA-449는 그것의 전기적기술특성을 정의하는데 두가지 규격을 리용한다. 즉 RS-423(비평형회로들의 경우)과 RS-422(평형회로들의 경우).

RS-423(비평형방식)

RS-423은 비평형회선특성인데 그것은 신호를 전달하는데 하나의 선만을 규정한다는 의미에서이다. 이 규격에서 모든 신호들은 회선을 완성시키는데 공통되돌이선(혹은 접지)

을 리용한다. 그림 6-16은 규격에 대한 기술적특성과 이 회로형태의 직관적개념을 주었다. 비평형방식에서 EIA-449는 Ⅰ부류다리들의 매쌍의 첫번째 다리와 Ⅱ부류전체를 사용한다.

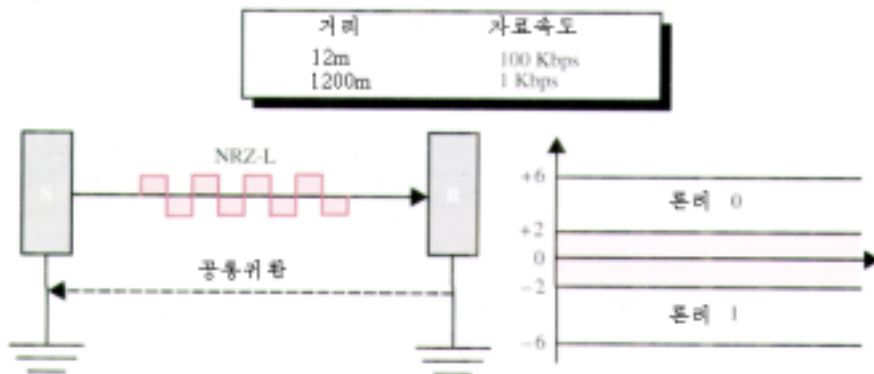



그림 6-16. RS-423 비평형방식

RS-423(**평형방식**)

RS-422는 평형회선특성인데 그것은 매 신호의 전송에 두 회선을 정의한다는 의미에서이다. 신호들은 신호의 귀환에 공통회선(혹은 접지)을 리용한다.

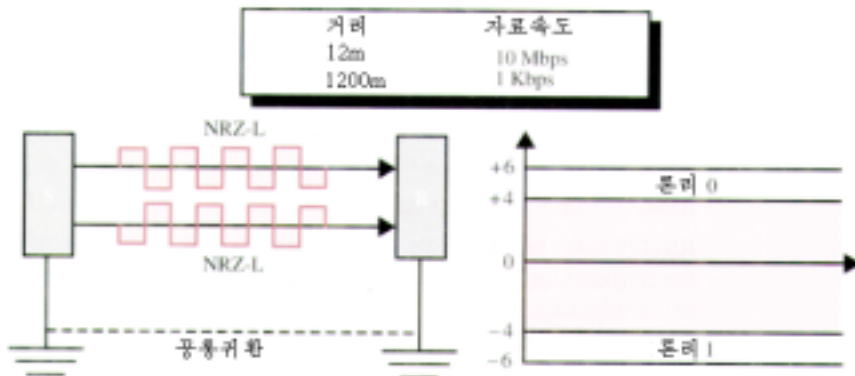



그림 6-17. RS-422평형방식

그림 6-17에 이 규격의 기술적특성과 직관적개념을 주었다. 평형방식에서 EIA-449는 Ⅰ부류의 모든 다리쌍을 리용하지만 Ⅱ부류 다리들을 리용하지 않는다. 이 규격에 대한 전기적기술특성으로부터 볼수 있는것처럼 먼 곳으로의 자료속도비는 비평형규격 혹은 EIA-232보다 대단히 높다. 즉 12m의 전송경우에 10Mbps이다.

평형방식에서는 같은 전송을 두 도선으로 한다. 그러나 그것들은 일치하는 신호를 나르지는 않는다. 한 선의 신호는 다른 선의 신호와 상보적이다. 그림에서 보여 주는것처럼 상보는 원래신호의 거울영상처럼 보인다(그림 6-17을 참고). 둘다의 실제신호를 취하

지 않고 수신기는 둘사이의 차를 검출한다. 이 구조는 평형회선이 비평형회선보다 잡음영향이 작고 성능을 개선한다.

수신기에 상보적인 신호들이 도착할 때 그것들은 감산기처럼 동작한다(차동증폭기). 이 구조에서는 해석전에 첫번째 신호에서 두번째 신호를 던다. 두 신호가 서로 상보적이기때문에 이 덜기결과는 첫 신호값의 2배이다. 실례로 주어 진 순간에 첫 신호가 5인 전압이라면 두번째는 −5의 전압을 가진다. 따라서 던 결과는 5−(−5)여서 10과 같다.

만일 잡음이 전송시에 합해 진다면 같은 방향으로 두 신호에 영향을 준다 (정의잡음은 두 신호에 정으로, 부의 잡음은 두 신호에 부로). 결과 잡음은 덜기과정에 무시된다(그림 6−18을 참고). 실례로 첫 신호가 5V이고 두번째는 −5V인 점에 2V의 잡음이 유도되였다고 하자. 잡음이 합해 진 결과 첫 신호는 7V로, 두번째 신호는 −3V로 이지러지게 되였다. 7−(−3)은 여전히 10과 같다. 잡음영향을 무효화한 능력은 평형전송에 우월한 자료속도를 보장하게 하였다.

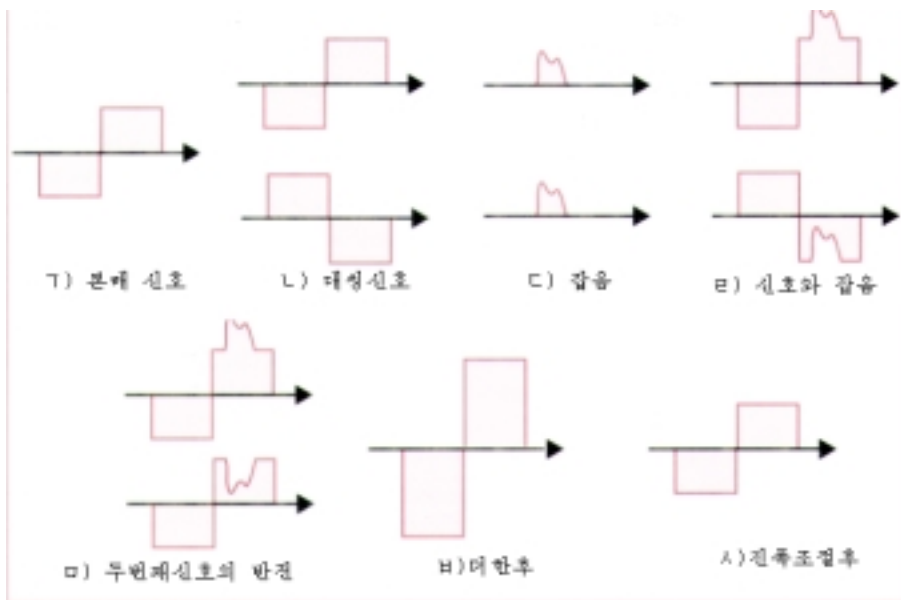



그림 6−18. 평형방식에서 잡음의 무효화

EIA−530

EIA−449는 EIA−232보다 훨씬 좋은 기능을 보장한다. 그러나 DB−25는 많은 투자때문에 받아 들이기 꺼려하므로 37접속기를 요구한다. 새로운 규격을 리용하는것을 장려하기 위하여 EIA는 DB−25다리를 리용하는 EIA−449의 새로운 변종으로써 EIA−530을 개발하였다. EIA−530의 다리기능은 본질상 EIA−449의 Ⅰ부류에 Ⅱ부류 회선되돌이의 세개 다리를 합한것이다. EIA−232다리들중에서 고리지시기, 신호질검출기, 자료신호속도선택기를 포함하여 일부가 생략되였다.

X.21

X.21은 EIA대면부에서 제기되는 많은 문제들을 해결하고 모든 수자통신의 길을 열기 위하여 ITU-T가 설계한 규격대면부이다.

조종을 위한 자료회선의 리용

EIA대면부에서 회선들의 많은 부분은 조종에 리용된다. 이 회선들은 규격들이 조종기능을 분리신호들로 실현하기 위하여 필요하다. 분리회선이기때문에 조종정보는 정과 부전압으로만 표시된다. 그러나 조종신호들이 ASCII와 같이 체계에서의 의미 있는 조종문자들을 리용하여 부호화된다면 그것들은 자료회선을 통해서 전송될수 있다.

이 원인으로 하여 X.21은 EIA규격의 대다수의 조종회선을 무시하고 대신에 자료회선을 통한 전송을 진행한다. 이 기능합동을 가능하게 하려고 DTE와 DCE는 조종부호들을 자료회선으로 보낼수 있도록 비트별로 변환하는 론리적회선을 덧붙여야 한다. 역시 수신쪽에서는 조종정보와 자료사이를 구별하는 보충적론리를 요구한다.

설계는 X.21이 몇개 안되는 다리들을 리용하며 DTE와 DCE사이에서가 아니라 망을 통하여 한 장치로부터 다른 장치로 조종정보를 보내는 수자원격통신에서 리용하게 한다. 수자기술이 출현하였기때문에 번호돌리기, 재번호돌리기, 유지 등을 포함하여 많은 조종정보들이 관리될수 있다.

X.21은 수자콤퓨터와 모뎀들과 같은 상사장치를 련결시키는 대면부로서도, 16장과 17장에서 서술한것처럼 수자콤퓨터와 수자대면부사이의 접속기로서도 둘다 유용하다. X.21은 현재규격으로 되고 있는 속도인 64Kbps로 평형회로에서 동작하게 설계되였다.

다리기능

그림 6-19는 X.21 DB-15로 설명한 접속기를 보여 준다. 이름이 암시하는것처럼 DB-15는 15다리접속기이다.

바이트시간조정 X.21의 다른 우점은 EIA규격이 보장하는 비트동기외에 바이트동기를 조정하기 위한 시간조정회선들이 있다는것이다. 바이트시간조정임풀스를 덧붙였기때문에 X.21은 전송의 모든 동기를 보장한다.

그림 6-19. DB-15접속기

조종과 시작 DB-15접속기의 다리 3과 5는 시작송수확인을 리용하거나 전송시작을 일치시키는데 리용한다. 다리 3은 송신에 대한 요구와 등가이다. 다리 5는 송신완료와 등

가이다. 표 6-3에 매 다리에 대한 기능을 주었다.

표 6-3 DB-15다리

다리	기 능	다리	기 능
1	차폐	9	송신자료 또는 조종
2	송신자료 또는 조종	10	조종
3	조종	11	수신자료 또는 조종
4	수신자료 또는 조종	12	지시
5	지시	13	신호동기
6	신호동기	14	바이트동기
7	바이트동기	15	예약
8	신호접지		

6. 4. 모 뎀

DCE의 가장 잘 알려 진 형태는 모뎀이다. 인터네트에 가입한 사람, 집에서 사무실콤퓨터에 접속한 사람, 전화회선을 통하여 단어처리기로 새 소식을 등록하는 사람은 모뎀을 사용한다. 개인용콤퓨터의 외부 혹은 내부에 있는 모뎀은 콤퓨터가 만든 수자신호를 일반접근전화회선으로 전송할수 있는 상사신호로 만든다. 그것은 또 전화회선을 통하여 수신된 상사신호를 콤퓨터가 리용할수 있는 수자신호로 바꾸는 장치이다.

모뎀이란 술어는 그 장치를 구성하는 두가지 기능과 관련된 합성단어이다. 신호변조기와 신호복조기 부분사이의 관계는 그림 6-20에서 보여 주었다.

모뎀은 변조기/복조기를 의미한다.

변조기는 ASK, FSK, PSK 혹은 QAM을 리용하여 수자신호를 상사신호로 변환한다. 복조기는 상사신호를 수자신호로 바꾼다. 복조기는 상사-수자변조기와 비슷하며 사실상 다른 종류의 변환기인것은 아니다. 그것은 신호를 표본화하지 않고 수자자료를 만드는 순수변조과정의 역과정 즉 복조를 수행한다.

변조기는 수자신호를 상사신호로 바꾼다. 복조기는 상사신호를 수자신호로 바꾼다.

그림 6-20은 모뎀과 통신회선사이의 관계를 보여 준다. 말단에서 두 PC들은 DTE이다. 모뎀들은 DCE들이다. DTE는 수자신호로 만들고 대면부를 통하여 그것을 모뎀에 중계한다(앞에서 론의한 EIA-232처럼). 변조된 신호는 두번째 모뎀의 복조기능에 의하여 수신된다. 복조기는 ASK, FSK, PSK 혹은 QAM을 리용하여 콤퓨터가 받아 들일수 있는

형식이 무엇인가에 따라서 그것을 해석한다. 그다음 대면부를 통하여 수신콤퓨터에 얻은 결과를 수자신호로 중계한다. 매 DCE는 자기 소유의 DTE와 다른 DCE와 조화되여야 한다.

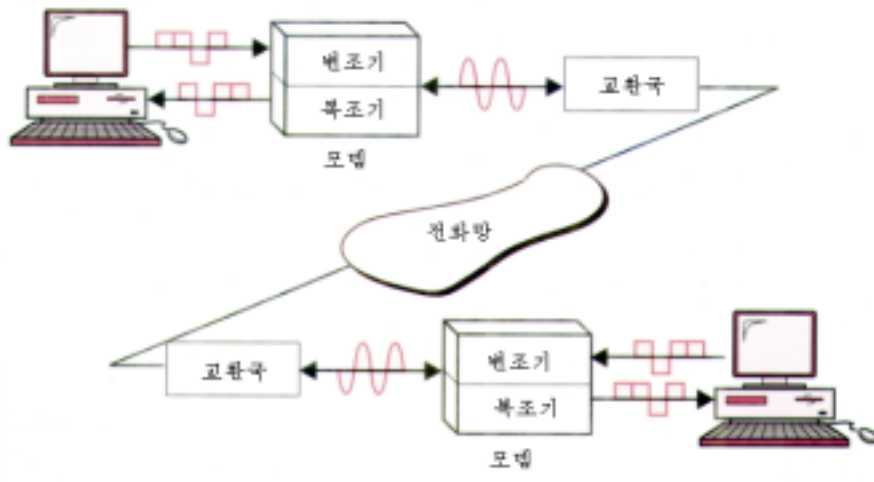



그림 6-20. 모뎀개념

전송속도

특정한 장치가 초당 몇비트를 송신하고 수신할수 있는가를 가리키는것으로 모뎀들을 저속 혹은 고속으로 구분할수 있다. 그러나 각이한 상업적모뎀들과 그것들의 자료속도에 대하여 말하기전에 매체 그자체의 통신속도에 대한 한계를 검토할 필요가 있다.

통과대역

4장에서 통과대역의 개념을 정의하였다. 전송에 미치는 통과대역의 영향을 고찰하기 위하여 그 개념을 물리적매체에 적용할수 있다. 련결고리의 자료속도는 매체의 통과대역과 사용되는 부호화의 형태에 의존한다. 즉 내적한계와 관련된다. 매 회선은 그것이 통과할수 있는 주파수대역을 가진다. 신호의 주파수가 너무 낮다면 그 회선의 축전기용량을 극복할수가 없다. 신호의 주파수가 무한하다면 회선의 유도도가 방해한다. 그러므로 매 회선을 통과하는 신호주파수에 대한 웃한계와 아래한계가 있다고 말할수 있다. 이 제한된 대역을 통과대역이라고 부른다.

매 회선은 통과할수 있는 신호주파수의 웃한계와 아래한계를 가진다. 이 제한된 대역을 통과대역이라고 부른다.

보통 전화회선들은 300Hz～3,300Hz사이의 주파수를 전송하기때문에 통과대역은 3,000Hz로 주어 진다. 이 대역은 음성을 전송하는데 리용할 때 간섭과 이지러짐이 커도

명료성을 잃지 않게 할수 있다. 그러나 앞에서 본것처럼 자료신호의 경우에는 완전무결성을 담보하기 위하여 높은 정확도를 요구한다. 따라서 안전하게 하려고 이 대역의 변두리는 자료통신에서 리용하지 않는다. 일반적으로 케블통과대역보다 신호통과대역이 좁아야 한다고 말한다. 자료전송에 리용되고 있는 전화회선의 유효통과대역은 2,400Hz인데 600Hz로부터 3,000Hz까지의 대역을 포함한다. 오늘날 일부 전화회선들은 일반회선보다 더 넓은 통과대역을 보장할수 있다. 그러나 모뎀설계는 여전히 전통적인 능력에 기초하고 있다(그림 6-21을 참고).

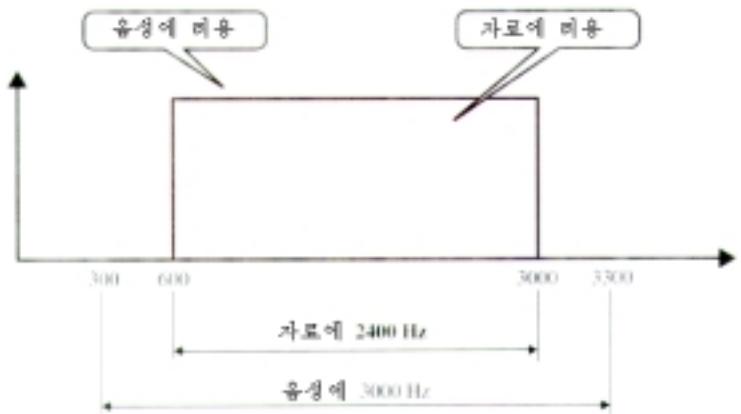



그림 6-21. 전화회선통과대역

전화회선은 거의 3,000Hz의 통과대역을 가진다.

모뎀속도

앞에서 본것처럼 매 상사변환의 형태는 각이한 방법으로 신호를 변환한다. 즉 ASK는 진폭, FSK는 주파수, PSK는 위상, QAM은 위상과 진폭 두가지를 다 변환한다.

ASK 5장을 다시 보면 ASK전송에서 요구하는 통과대역은 신호의 보드속도이다. 전체 회선을 한 신호만이 사용하고 있으며 그것이 한방향 혹은 반2중전송이라고 하면 ASK변조에 대한 최대보드속도는 전송매체의 전체 통과대역과 같다. 전화회선의 유효통과대역은 2,400Hz이기때문에 최대 보드속도 역시 2,400이다. 그리고 ASK변조에서 보드속도와 비트속도가 같기때문에 최대 비트속도는 2,400이다(그림 6-22를 참고).

전2중전송의 경우에 량쪽 방향에서 전체 통과대역절반만 사용할수 있다. 그러므로 전2중방식에서 ASK전송의 경우 최대 속도는 1,200bps이다.그림 6-23은 이 관계를 보여주었다. 전체 유효통과대역이 2,400Hz이고 따라서 각 방향은 자기 반송주파수중심둘레에 유효한 1,200Hz를 가진다(일부 모뎀기술설명서 략어 FSX는 전2중, HDX는 반2중을 가리킨다).

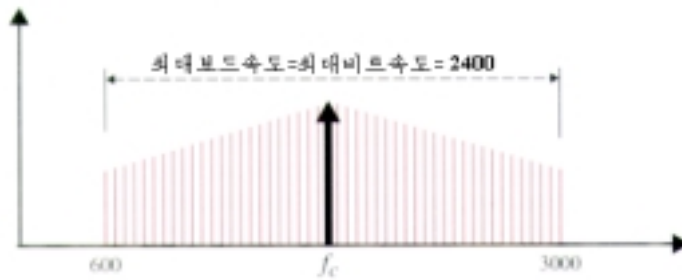



그림 6-22. 반2중ASK에서 보드속도

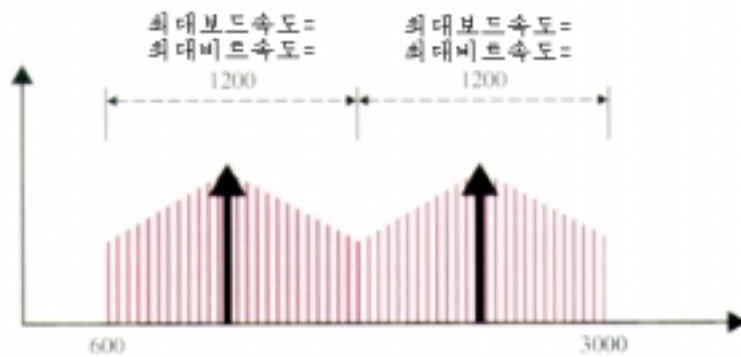



그림 6-23. 전2중ASK에서 보드속도

비록 ASK의 비트속도가 가장 일반적인 변조형태의 경우와 같다고 하여도 잡음문제로 하여 모뎀에서 그 방법을 리용하는것은 비실용적이다.

비록 ASK가 좋은 비트속도를 가지고 있다고 하더라도 잡음때문에 오늘날 그것은 사용하지 않는다.

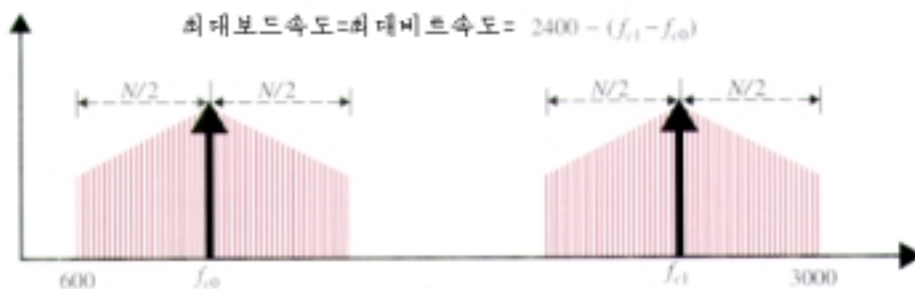



그림 6-24. 반2중FSK에서 보드속도

FSK 5장에서 볼수 있었던것처럼 FSK전송에서 요구되는 통과대역은 신호의 비트속도에 주파수편이를 더한것과 같다. 전체 회선을 한 신호가 사용하고 있으며 한방향 혹은 반2중전송의 경우라면 FSK의 최대보드속도는 전송매체의 전체 통과대역에서 주파수편이를 던것과 같다. 전화회선의 유효통과대역이 2,400Hz이기때문에 최대보드속도는 2,400에서 주파수편이를 던것이다. FSK변조에서 보드속도와 비트속도가 같기때문에 최대 비트속도는 2,400에서 주파수편이를 던것이다(그림 6-24를 참고).

전2중전송의 경우에 회선의 총 통과대역절반만 량측에서 리용할수 있다. 따라서 전2중방식 FSK의 경우 최대 리론적속도는 총 통과대역의 절반에서 주파수편이를 던것이다. 전2중FSK부분들을 그림 6-25에서 보여 주었다.

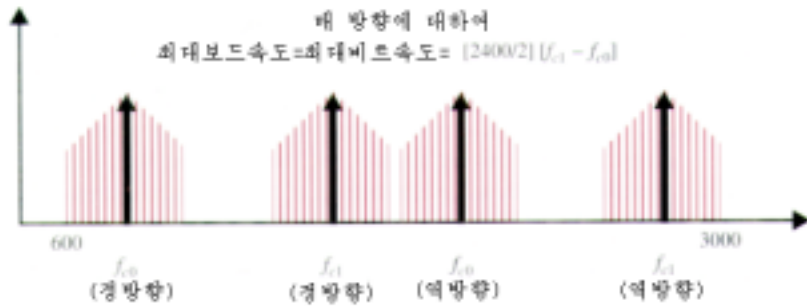



그림 6-25. 전2중FSK에서 보드속도

PSK와 QAM PSK 혹은 QAM의 경우에 요구되는 최소 통과대역은 ASK전송때와 같으나 비트속도는 매 신호단위가 표시할수 있는 비트수에 의존하기때문에 더 클수 있다.

비교 표 6-4는 우에서 검토한 매 변조구조에 대하여 꼬임쌍선, 전화회선을 통하는 최대 비트속도를 요약한다. 이 그림들은 일반적인 2-선회선이라고 간주한다. 그 경우에 자료를 보내는데 두개, 받기 위하여 두개를 사용할수 있으며 유효통과대역은 2배로 된다. 그러므로 이 개수들은 리론적이며 현재의 기술을 가지고 항상 달성할수 있는것은 아니다.

표 6-4　　모뎀들에 대한 리론적비트속도

변　　조	반2중	전2중
ASK	2,400	1,200
FSK	<2,400	<1,200
2-PSK	2,400	1,200
4-PSK, 4-QAM	4,800	2,400
8-PSK, 8-QAM	7,200	3,600
16-QAM	9,600	4,800
32-QAM	12,000	6,000
64-QAM	14,400	7,200
128-QAM	16,800	8,400
256-QAM	19,200	9,600

모뎀규격들

이 절에서는 두 모뎀규격을 보게 될것이다. 즉 Bell모뎀들과 ITU−T모뎀들이다.

Bell모뎀

1970년대 초에 벨전화회사가 처음으로 상업적모뎀을 개발하였다. 처음부터 오래동안 시장에서 단독제작하였던 Bell은 기술적진보에 기여하였고 그뒤를 따른 제작자들이 규격모뎀을 만들고 오늘날 세계에는 수백가지 모뎀을 생산하는 회사들이 많이 있다.

많은 모뎀들이 복잡하고 위력해 지기 시작해서 초기것보다 모두 발전하였다. 그림 6−26은 주요Bell모뎀들의 기술적특성을 보여 준다.

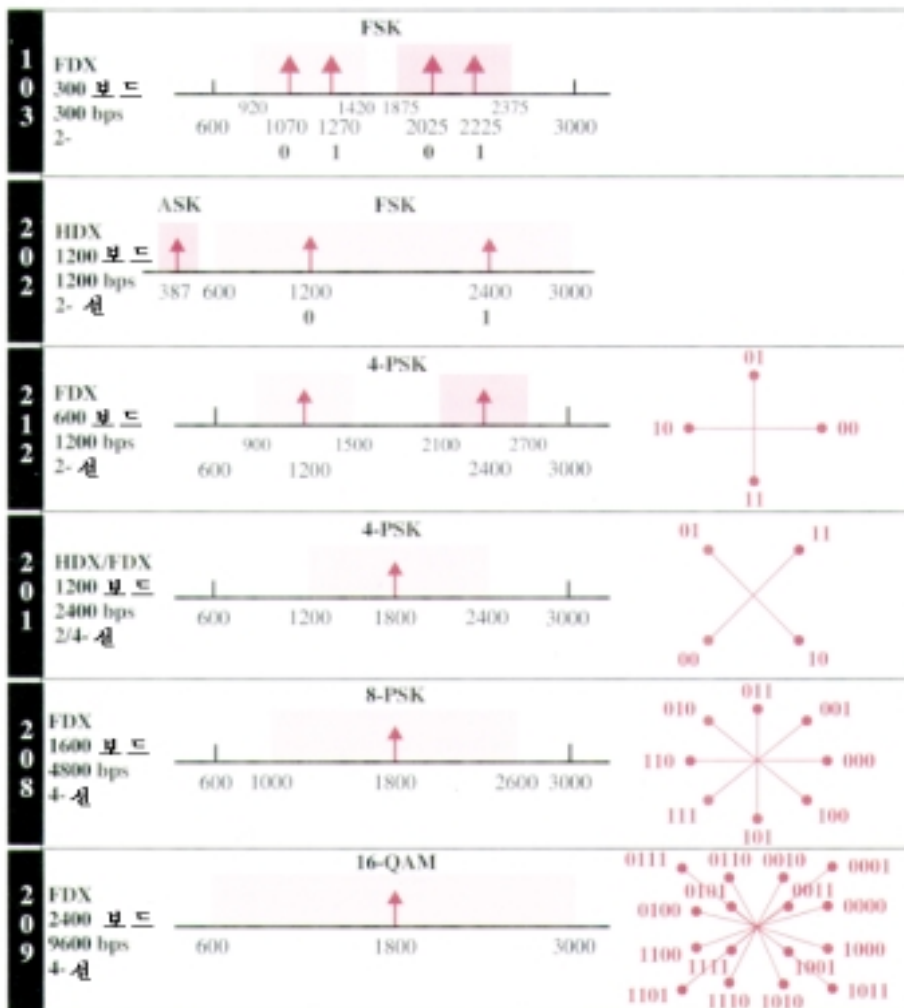



그림 6−26. 벨모뎀들

103/113계렬 초기에 상업적으로 유효한 모뎀계렬중의 하나는 Bell 103/113이였다. Bell 103/113계렬모뎀은 2−선교환전화회선을 통하는 전2중형식으로 동작한다. 전송은 FSK변조를 리용하면서 비동기식이다. 대화시작주파수는 1,070Hz=0, 1,270Hz=1이다. 대답주파수들은 2,025Hz=0, 2,225Hz=1이다. 자료속도는 3,000bps이다. 113계렬은 보충적인 검사형식을 가진 103계렬의 변종이다..

202계렬 Bell202계렬모뎀은 2−선교환전화회선을 통하는 반2중형식으로 동작한다. 전송은 FSK변조를 리용하는 비동기식이다. 202계렬은 반2중이기때문에 전송주파수의 한쌍만 리용한다(1,200Hz=0, 2,400Hz=1).

202계렬은 387Hz에서 량쪽 방향으로 동작하는 2차전송주파수를 가지고 있으며 ASK변조를 리용하고 5bps의 자료속도만 가지고 있다. 이 통로는 련결되였다는것을 송신기에 통보하고 전송에 대한 중단을 호출하거나 자료를 다시 보내라는가를 문의하는 중단통보문을 보낼수 있는 수신장치를 리용한다.

212계렬 Bell 212계렬모뎀들은 두 속도를 리용한다. 두번째 속도의 선택은 많은 체계와 호상결합하게 한다. 두 속도는 교환식전화회선을 거쳐 전2중방식으로 동작한다. 3,000bps인 저속은 103/113계렬처럼 비동기전송이면서 FSK변조를 리용한다. 1,200bps인 고속은 동기 혹은 비동기방식으로 동작할수 있고 4−PSK변조를 리용한다. 1,200bps는 202계렬과 같은 자료속도이지만 212계렬은 반2중방식이 아니라 전2중방식속도에 이르고 있다. FSK로부터 PSK변조에로 이동함으로써 설계자들은 전송효률을 급격히 증가시켰다.

202계렬에서는 한 방향으로 서로 다른 비트들을 보내기 위하여 두 주파수를 리용한다. 212계렬에서의 두 주파수는 전송의 다른 두 방향을 표시한다. 두 비트로 표시되는 네개의 위상편이를 가지고 두 주파수에서 위상을 변화시키는것으로 변조를 한다.

201계렬 201계렬모뎀은 두선교환회선을 통하는 반2중방식으로도, 4−도선 임대회선을 통하는 전2중방식으로도 동작한다. 2−선회선의 전체 통과대역은 단일 방향의 전송에서만 리용된다. 4−선회선은 완전하게 분리된 통로로 되게 하는데 매 방향에서 하나는 매 종단이 단일모뎀을 통하여 처리되게 한다. 전송은 4−PSK변조를 리용하는 동기적인데 이것은 도선의 매쌍을 통하는 전송의 경우에 한 주파수만을 요구한다는것을 의미한다. 물리적으로 분리된 2−선 회선으로 전송의 두 방향을 분리하면 매 방향은 그 회선의 전체 통과대역을 사용할수 있다. 이것은 본질적으로 같은 기술을 가지고 자료속도가 반2중과 전2중방식에서 2,400bps(혹은 1,200보드)로 2중화되였다는것을 의미한다(2,400bps는 2−선전화회선을 통하는 4−PSK변조의 경우에 리론적으로 여전히 최대 자료속도의 절반이다.).

208계렬 208계렬모뎀들은 4−선임대회선을 통하는 전2중방식으로 동작한다. 전송은 동기식이고 8−PSK변조를 리용한다. 201계렬처럼 208계렬모뎀들은 사용된 회선들의 수를 2배로 하고 전송의 매 방향에 전체 회선능력을 부여함으로써 전2중상태로 되게 하였다. 여기서 차이는 변조/복조기술이 여덟개의 서로 다른 위상편이를 구별할수 있게 하였다는것이다. 이 모뎀은 1,600의 보드속도를 가진다. 보드당 3bit에서(8−PSK는 3중비트를 만든다.)속도는 4,800bps의 속도로 변환된다.

209계렬 209계렬모뎀은 4−선임대회선을 통하는 전2중방식으로 동작한다. 전송은 동기식이고 16−QAM변조를 리용한다. 이 모뎀들을 도선수를 2배로 하고 전송의 매 방향이 자기자체의 한 통로를 가지기때문에 전2중방식이다. 그러나 이 계렬은 매 통로의 전체

통과대역을 리용할수 있다. 그리고 16−QAM을 가지고 4중비트로 매 편이를 표시하였기 때문에 자료속도는 9,600bps이다.

ITU−T모뎀규격

오늘날 가장 일반적인 모뎀들을 ITU−T가 공개한 규격들에 기초하고 있다. 이러한 목적을 위하여 이 모뎀들은 두 그룹으로 나눌수 있다. Bell계렬 모뎀들과 본질적으로 등가인것(례하면 V.21은 Bell모뎀 103과 류사하다)과 아닌것이다. 이 Bell계렬과 호환성 있는 ITU−T모뎀들과 그 Bell등가를 표 6−5에서 주었다.

표 6−5 ITU-T/Bell호환

ITU-T	*Bell*	보드속도	비트속도	변 조
V.21	103	300	300	FSK
V.22	212	600	1200	4-PSK
V.23	202	1200	1200	FSK
V.26	201	1200	2400	4-PSK
V.27	208	1600	4800	8-PSK
V.29	209	2400	9600	16-QAM

Bell계렬에서 등가를 가지지 않는 ITU−T모뎀들을 아래에서 서술하였다. 그것들의 특성을 그림 6−27에 주었다.

V. 22bis 술어 bis는 이 모뎀이 V.22계렬의 두번째 발생이라는것을 가리킨다(bis란 라틴어로 두배). V.22bis는 두개 속도의 모뎀이다. 즉 1,200혹은 2,400bps에서 동작할수 있다는것을 의미한다. 어느 속도에서 사용하겠는가 하는것은 교환의 다른 쪽에 있는 DCE의 속도에 의존한다. V.22bis가 2,400bps모뎀으로부터 자료를 받을 때는 호환성을 위하여 2,400bps방식에서 동작한다.

1,200bps방식을 가진 V.22bis는 600보드의 전송속도에서 4−DPSK(2중비트)변조를 리용한다. DPSK는 차동위상변조인 경우의 규격인데 비트패턴이 위상변화를 정의한다는것을 의미하고 현재의 위상은 아니라는것을 의미한다. 4개의 비트패턴의 매개를 표시하는 규칙은 다음과 같다.

00 ⇒90°의 위상변화

01 ⇒0°의 위상변화

10 ⇒180°의 위상변화

11 ⇒270°의 위상변화

2,400bps방식에서 V.22bis는 16−QAM(4중비트)을 리용한다. 매 4중비트에서의 제일 아래 두 유효수자는 1,200bps전송의 경우에 우에서와 같은 형식을 리용하여 변조한것이다. 두 최대유효수자들은 그림 6−28에서 보여 준 별자리도식에 기초하여 변조된다.

V.32 V.32는 살창부호변조라고 부르는 변조 및 부호화기술을 리용하는 V.29의 확장변종이다. 살창은 본질적으로 QAM에 예비비트를 더한것이다. 자료렬을 4중비트대신에

4-비트부분으로 나눈다. 4중비트대신에 5중비트(다섯비트패턴)가 전송된다. 초과비트의 값은 자료비트의 값으로부터 계산된다.

규격	특성	변조	설명
V.22bis	FDX 600 보드 1200/2400 bps 2-선	4-DPSK, 16-QAM 900 1500 2100 2700 600 1200 2400 3000	두개속도: 4-DPSK를 사용하여 1200bps, 16-QAM를 사용하여 2400 bps
V.32	FDX (pseudoduplex) 2400 보드 9600 bps 2-선	32-QAM (격자) 600 1800 3000	32-QAM은 보드당 5bit를 허용: 4개 자료비트와 1개 여유비트
V.32bis	FDX 2400 보드 14,400 bps 4-선	64-QAM 600 1800 3000	14,000bps의 자료속도를 가진 첫 모뎀규격
V.32terbo	FDX 2400 보드 19,200 bps 4-선	256-QAM 600 1800 3000	
V.33	FDX 2400 보드 14,400 bps 4-선	128-QAM (격자) 600 1800 3000	128-QAM은 보드당 7bit를 허용 6개 자료비트와 1개 여유비트
V.34	FDX 2400 보드 28,800 bps 4-선	4096-QAM 600 1800 3000	표준속도: 28,800bps 자료압축을 리용하여 3배의 속도를 달성할수 있다.

그림 6-27. ITU-T모뎀규격들

그림 6-28. V.22bis 1-QAM별자리

어떤 QAM체계에서나 수신기는 별자리에서 모든 유효점들과 수신된 신호점들을 비교하고 예견된 비트값과 제일 가까운 점을 선택한다. 전송잡음때문에 이지러진 신호는 예견된 점보다는 다른 린접점의 값과 더 가까와 질수 있으며 수신자료에서 오유를 일으킨다. 별자리점들이 가까와 질수록 전송잡음은 더욱더 신호가 잘못 식별되게 한다.

매 4중비트에 여유비트를 덧붙임으로써 살창부호변조는 매 비트패턴을 식별하는데 리용되는 정보량을 증가시키고 가능한 정합개수를 감소시킨다. 이때문에 살창부호신호는 잡음에 의하여 이지러질 때 편차되여 읽히워 지는 간단한 QAM신호보다는 약간 좋다. V.32계렬모뎀의 일부 제작자들은 오유검출 혹은 오유교정과 같은 기능을 보장하는데 살창방식을 리용한다.

V.32는 2,400의 보드속도를 가진 32−QAM이다. 매 5중비트의 4bit만 자료를 표시하기때문에 결과속도는 4×2,400=9,600bps이다. 별자리도식을 그림 6−29에서 보여 주었다.

그림 6−29. V.32별자리

V.32모뎀들은 가상2중방식이라고 부르는 2−선교환회선을 리용할수 있다. 가상2중은 반향소거라고 하는 수법에 기초하고 있다.

V.32bis: V.32bis 모뎀은 14,400bps전송을 지원하는 ITU−T규격들중의 첫째였다. V.32bis는 2,400보드(2,400×6=14,400bps)의 속도에서 64−QAM전송(보드당 6bit)을 리용한다. V.32bis가 보장하는 추가적인 보강은 회선 혹은 신호의 질에 따라 모뎀이 속도늦춤과 높임을 조종할수 있게 하는 자동후퇴 및 회복특성 6을 포함한것이다.

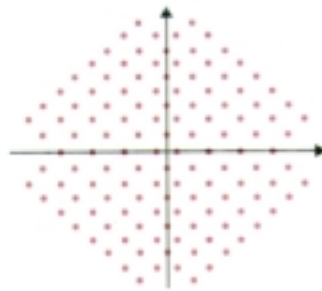



그림 6−30. V.33별자리

V.32terbo V.32terbo는 V.32bis(terbo는 세번째를 나타내는 라틴어)의 보강된 변종이다. 그것은 256−QAM을 리용하여 1,900bps의 속도를 보장한다.

V.33 V.33은 V.32에 기초하고 있다. 그러나 이 모뎀은 2,400보드에서 128−QAM에 기초한 살창부호변조를 리용한다. 매 신호변화는 7bit의 패턴(여섯개의 자료비트와 하나의 여유비트)을 표시한다. 변화당 6bit자료는 6×2,400=14,400bps의 속도를 준다. 이 도식에 대한 별자리도형을 그림 6−30에서 보여 주었다.

V.34 때때로 V.fast라고 부르는 V.34모뎀은 28,800 혹은 33,600bps의 비트속도를 보장한다. 그밖에 V.34는 자료비교를 보장하는데 그것은 자료속도가 규격속도의 2배부터 3배로 빨라 지게 한다.

V.42 ITU−T가 받아 들인 V.42규격은 모뎀에 대한 련결고리결합과정 (LAPM)이라고 부르는 규약을 리용한다. LAPM은 HDLC라고 부르는 자료련결규약의 변종인데 11장에서 고찰한다. 그 규격은 모뎀이 오유를 교정하는 DCE의 경우에 오유교정처리라고 부르는 두번째 규약을 리용한다.

V.42bis V.42후에 ITU−T는 V.42bis를 받아 들였다. 이 규격은 V.42의 모든 특성을 포함할뿐아니라 **Lempel−aiv−welch**압축방법(부록 G에서 론의하였다)을 덧붙이였다. 이 규격을 리용하는 모뎀들은 3:1부터 4:1의 압축비에 도달할수 있다. 모뎀의 자료속도는 증가하지 않는다. 압축은 앞에서 정의한 시간주기안에서 사용자가 더 많은 비트들을 송신할수 있게 한다.

지능모뎀

모뎀의 목적은 신호를 변조하고 복조하는것이다. 그러나 오늘날의 모뎀들의 대다수는 그이상의 기능을 수행한다. 특히 지능모뎀이라고 부르는 모뎀부류는 자동대답과 번호돌리기와 같은 많은 추가적인 기능들을 지원하는 쏘프트웨어를 포함하고 있다.

지능모뎀들은 최근 Hayes형콤퓨터제품회사가 처음으로 도입하였고 다른 제작자들이 **Hayes−**호환모뎀이라는것을 내놓았다.

Hates와 Hates호환모뎀명령들을 AT지령이라고 부른다. AT지령형식은

표 6−6 AT명령들

지 령	의 미	파라메터
A	모뎀을 답변방식으로 설정	
B	V.22 bis 을 1,200 bps 에서 리용	
D	번호돌리기	번호돌리기
E	방향인쇄의 허용/비허용	0 혹은 1
H	모뎀을 설정	0 혹은 1
L	스피카음량조종	n
P	번호돌리기임풀스리용	
T	번호돌리기음향리용	

AT command[paramenter]command[paramenter]⋯

이다.

매 명령은 하나 혹은 그이상 지령이 따르는 문자 AT로 시작하고 그 매개는 하나 혹은 그이상 파라메터를 취할수 있다. 실레로 모뎀번호(488)864−8902를 가리키는 지령은 TD4888648902이다.

몇개의 표본지령들이 표 6−6에 주어 졌다. 이 목록은 유효한 지령들의 적은 부분모임만을 표시한다.

6. 5. 56K모뎀

일반모뎀은 쉐논정리에서 결정된것처럼 자료속도에서 제한이 있다(최대 33.6kbps ; 7장을 참고). 그러나 56,000bps의 비트속도를 가진 56K모뎀이 있다. 이 모뎀들은 한쪽이 수자신호를 리용할 때만 사용되여야 한다(인터네트제공자를 통하는것과 같이). 그것들은 내리적재(인터네트제공자로부터 PC까지 흐르는것)가 최대 56kbps이고 올리적재(PC로부터 인터네트에 흐르는것)는 최대 33.6kbps인 비대칭이다. 이 모뎀들이 쉐논용량원리를 위반하고 있는가? 그것이 아니라 방법이 다르다. 두가지 방법을 비교하자.

일반모뎀

A쪽 콤퓨터로부터 B쪽의 콤퓨터까지 또는 그 반대로 자료를 보내는데 일반모뎀들을 리용할 때 무슨 일이 일어 나는가를 보기로 하자(그림 6−31을 참고).

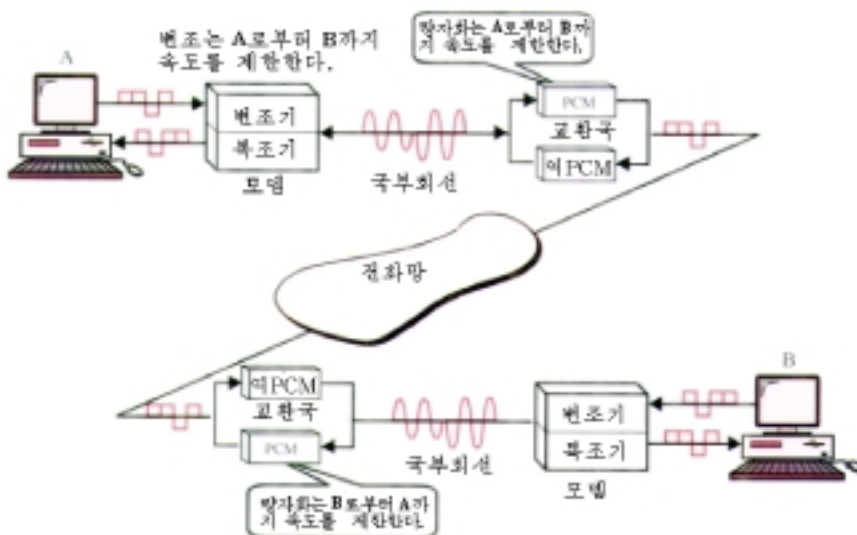



그림 6−31. 일반모뎀들

A쪽으로부터 B쪽으로

A로부터 B로의 자료전송은 다음의 단계들을 거친다.

1. 수자자료는 A쪽 모뎀에서 변조된다.
2. 상사자료는 국부고리를 리용하여 A쪽 모뎀부터 교환국까지 보내진다.
3. 교환국에서 상사자료는 PCM을 리용하여 수자자료로 변환된다.
4. 수자자료는 전화회사의 수자망을 통하여 B쪽의 교환국에 이른다.
5. 교환국에서 수자자료는 PCM을 리용하여 상사신호로 변환된다.
6. 상사자료는 B쪽 교환국으로부터 국부고리를 리용하여 모뎀까지 보내진다.
7. 상사자료는 B쪽의 모뎀이 복조한다.
8. 제한인자는 3단계에 있다. 여기서 상사신호는 수자신호로 만들기 위하여 량자화된다. 이 과정에 생겨 난 량자화잡음은 33.6kbps로 자료속도를 제한한다.

B쪽으로부터 A쪽까지

B쪽에서 A쪽까지 자료의 전송은 같은 단계를 거친다. 제한인자는 PCM을 리용하는 량자화단계이다.

결과

매 방향에서 최대 자료속도는 33.6kbps로 제한된다.

56k모뎀

만일 한쪽이 인터네트제공자이고 신호가 PCM변환기를 통하지 않는다면 량자화는 한 방향에서 무시되고 자료속도는 56kbps로 증가될수 있다(그림 6-32를 참고).

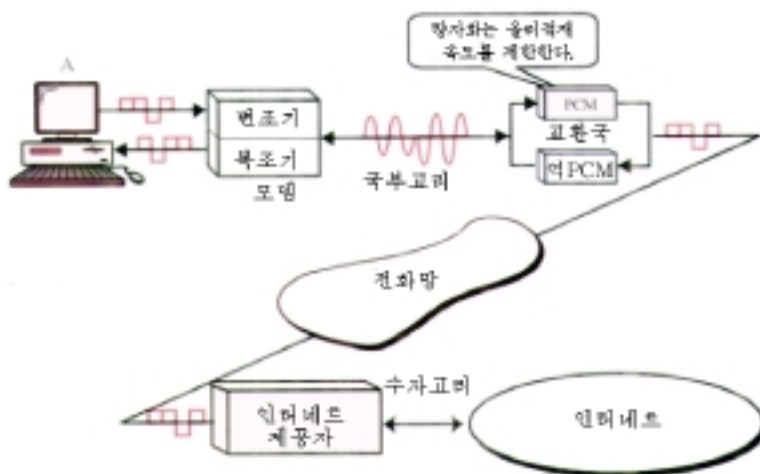



그림 6-32. 56k모뎀들

올리적재

가입자로부터 인터네트까지 자료의 전송(올리적재)은 다음의 단계를 거친다(그림 6− 32를 참고).

1. 수자자료를 A쪽에서 모뎀이 변조한다.
2. 상사자료는 국부고리를 따라 A쪽 모뎀에서 교환국까지 보내진다.
3. 교환국에서 자료는 PCM을 리용하여 수자자료로 변환된다.
4. 수자자료는 전화회사의 수자망을 통하여 인터네트제공자콤퓨터가 수신한다.

이 단계에서 제한인자는 역시 3단계이다. 이것은 여기서 개선이 없다는것을 의미한다. 그러나 사용자는 이 방향에서 자료의 작은 블로크(전자우편 혹은 작은 파일)만 보내기때문에 높은 자료속도는 요구하지 않는다.

내리적재

인터네트제공자로부터 A쪽모뎀까지 자료의 전송(내리적재)은 다음의 단계를 거친다.

1. 수자자료는 수자전화망을 통하여 인터네트제공자의 콤퓨터에 보내진다.
2. 교환국에서 수자자료는 PCM복조기를 리용하여 상사신호로 변환된다.
3. 상사자료는 A쪽 교환국으로부터 국부고리의 모뎀까지 보내진다.
4. 상사자료는 A쪽 모뎀에서 복조된다.

이 방향에서는 PCM을 리용하는 자료의 량자화가 없다는것을 주목해야 한다. 올리적재일때의 제한성은 여기서 문제로 되지 않으며 자료는 56kbps로 송신될수 있다. 이것은 사용자가 기대하는것이다. 왜냐하면 인터네트로부터는 큰 파일들이 내리적재되기때문이다.

결과

올리적재방향에서 최대 자료속도는 여전히 33.6kbps이다. 내리적재방향에서 자료속도는 56kbps이다.

왜 56kbps만인가

이 모뎀들이 내리적재에서 쉐논용량공식으로 제한되지 않는데 왜 56kbps인가? 왜 그 이상은 없는가? 그 대답은 전화회사가 음성을 수자화하는 방법에 있다. 교환국은 PCM과 PCM복조를 리용하는데 128개의 서로 다른 준위를 가지고 초당 8,000표본에서 표본화되였다(표본당 8bit). 이것은 교환국에서 56kbps자료속도로 되게 한다(8,000×7=56,000).

6. 6. 케블모뎀

일반모뎀들의 자료속도제한원인은 거의 국부고리전화회선의 좁은 통과대역때문이다(최대 4KHz). 만일 더 높은 통과대역이 실현될수 있다면 사람들은 더 높은 자료속도를 조정할수 있는 모뎀을 설계할수 있다.

유선텔레비존은 750MHz, 때때로 그이상까지의 통과대역을 가진 동축케블을 주택구내에 보장한다. 이 통과대역은 주파수분할다중화를 리용하여 6MHz대역으로 나누인다(8장을 참고). 매 대역은 텔레비존통로를 보장한다. 두 대역이 사용자가 인터네트로부터의 내리적재와 올리적재를 할수 있도록 린접하여 설정될수 있다.

그림 6-33에 케블모뎀개념을 주었다. 일반적인 케블대신에 분할기를 볼수 있다. 분할기는 텔레비존수상기를 위하여 텔레비존대역들로 나누고 인터네트결합대역을 콤퓨터까지 유도해 준다.

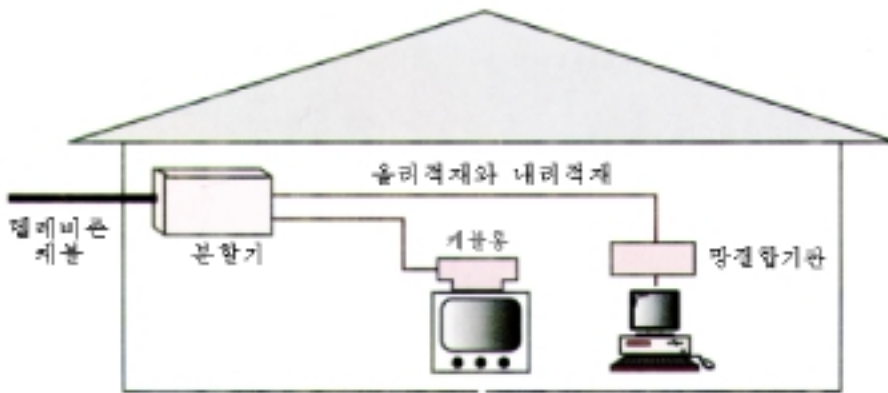



그림 6-33. 케블모뎀

내리적재

보통 내리적재는 40MHz이상 대역에서 6MHz통과대역을 요구한다.

사용된 변조기술은 64-QAM이다(한번에 6bit). 이것은 사용자가

$$6MHz \times 6=36MHz$$

의 속도에서 정보를 내리적재할수 있다는것을 의미한다.

그러나 PC들은 이 속도에서 자료를 수신할 케블들이 아직 없다. 그 속도는 때때로 3～10Mbps사이에 있다.

올리적재

올리적재는 40MHz아래 대역에서 6MHz를 요구한다. 이 낮은 주파수에서 가정설비들은 변조에 영향을 주는 잡음환경을 만들수 있다. 일반적으로 사용되는 변조기술은 QPSK(한번에 4bit)이다. 이것은 사용자가 6MHz×2=12MHz의 속도에서 정보를 올리적재할수 있다는것을 의미한다.

현재 올리적재속도는 500kbps와 1Mbps사이에 있다.

6. 7. 실마리어

56K모뎀
내리적재
동기전송
대면부
모뎀
모뎀을 위한 련결고리 접근처리(LAPM)
매체통과대역
변조
변조기
병렬전송
복조
복조기
비동기전송
살창부호변조
시작비트
자료말단설비(1TEDCE)
자료회선-말단설비
정지비트
지능모뎀
직렬전송
차동위상편이변조(DPSK)
케블모뎀
올리적재

Bell모뎀
DB-15
DB-25
DB-37
DB-9
EIA-232
EIA-449
EIA-530
Hayes-호환성모뎀
Null모뎀
RS-422규격
RS-423규격
V.21
V.22
V.22bis
V.32
V.32bis
V.34
V.42
V.42bis
V계렬
X.21

6. 8. 요약

- 수자전송은 병렬 혹은 직렬방식일수 있다.
- 병렬전송에서 비트묶음은 분리된 회선을 따라서 매 비트가 동시에 보내진다.
- 직렬전송에서는 한 회선만 리용하며 비트들은 련속적으로 보내진다.
- 직렬전송은 동기일수도 있고 비동기일수도 있다.
- 비동기직렬전송에서 매 바이트는 시작비트, 정지비트를 포함하여 프레임된다. 매 바이트사이에 가변길이의 틈이 있을수 있다.
- 동기식직렬전송에서는 시작과 정지비트도, 바이트들사이에 틈도 없이 련속적인 렬로 비트들을 보낸다. 의미 있는 바이트들로 비트들을 재묶음하는것이 수신기의 의무이다.
- DTE(자료말단설비)는 2진수자자료의 원천이거나 목적지이다.

- DCE(자료회선말단설비)는 DTE에서 자료를 받아서 망전송에 적합한 형태로 그것을 변화시킨다. 그것은 또한 역변환도 수행할수 있다.
- DTE−DCE대면부는 그의 기계적, 전기적, 기능적기술특성으로 규정된다.
- EIA−232규격은 25다리접속기(DB−25)를 구성하며 널리 리용되는 대면부인 DTE−DCE대면부를 규정하는데 DB−25의 매 다리는 특수한 기능을 가지고 있다. 그 기능은 접지, 자료, 조종, 시간조종, 예비, 비할당으로 분류할수 있다.
- EIA−49규격은 EIA−232규격보다 자료처리속도능력을 더 좋게 보장한다.
- EIA−449는 1차 통로가 사용하는 37다리접속기(DB−37)를 설명한다. 2차 통로는 9다리접속기를 가지고 있다.
- DB−37다리들은 Ⅰ부류(다리들이 EIA−232와 호환할수 있다.)와 Ⅱ부류(새 다리들이 EIA−232와 호환할수 있다.)로 나누인다.
- EIA−449의 전기적기술특성은 RS−423과 RS−422규격에 따른다.
- RS−422는 신호전송을 위한 두개 선들을 가진 평형회선이다. 잡음에 의한 신호의 감소는 RS−423보다 RS−422가 더 좋다.
- X.21은 자료다리들을 통하여 조종정보를 보냄으로써 대면부의 많은 조종다리들이 필요없거나 감소된다.
- Null모뎀은 망이나 변조를 요구하지 않고 호환할수 있는 두 TDE들을 련결시킨다.
- 모뎀은 신호를 변조하고 복조하는 DCE이다.
- 모뎀은 ASK, DSK,PSK, QAM변조를 리용하여 수자신호를 상사신호로 변환한다.
- 전송회선의 물리적특성들은 전송가능한 신호주파수를 제한한다.
- 일반전화회선들은 자료전송에 600Hz 부터 3,000Hz사이의 주파수를 리용한다. 이것은 2,400Hz의 통과대역을 요구한다.
- ASK변조는 잡음에 특별히 예민하다.
- FSK변조는 두 반송주파수를 리용하기때문에 ASK와 PSK보다 더 넓은 통과대역을 요구한다.
- PSK와 QAM변조는 ASK에 비하여 두가지 우점을 가진다.
  ㄱ) 그것들은 잡음에 예민하지 않다.
  ㄴ) 매 신호변화는 한 비트이상을 표시할수 있다.
- 오늘날 가장 보편화된 모뎀들의 성능은 Bell모뎀들의 성능보다 훨씬 개선되였고 ITU−T가 정의한 규격살창부호화는 여유비트를 리용하는 방법으로 오유를 적게 하는 방법에 기초하고 있다.
- 살창부호화는 오유를 적게 하기 위하여 여유비트를 리용하는 기술이다.
- 지능모뎀은 변조와 복조와의 기능을 수행할수 있는 쏘프트웨어를 포함하고 있다.
- 56k모뎀들은 비동기적이다. 그것들은 56kbps의 속도에서 내리적재되고 33.6kbps로 자료를 올리적재한다.
- 텔레비존케블대신에 리용된 동축케블은 자료통신에서 높은 통과대역매체로 된다.

6. 9. 련 습

복습문제

1. 한 회선으로 2진자료를 전송할수 있는 두 방식을 설명하시오.
2. 병렬전송의 우점과 결함은 무엇인가?
3. 직렬전송의 두 방법을 비교하고 매개의 우점과 결함을 설명하시오.
4. DTE의 기능은 무엇인가? DCE의 기능은 무엇인가? 개개의 실례를 드시오.
5. DTE−DCE대면부규격들에 포함된 규격구조들은 무엇인가?
6. 일반DTE−DCE일부규격들의 이름은 무엇인가?
7. 어떤 EIA−232실현이 있는가?
8. Null모뎀의 목적은 무엇인가?
9. Null모뎀의 자료다리들을 서술하시오.
10. RS−422와 RS−232를 비교하시오.
11. X.21은 EIA규격들의 많은 조종회선을 어떻게 무시할수 있었는가?
12. 모뎀이란 술어는 무엇을 상징하는가?
13. 변조기의 기능은 무엇인가. 복조기의 기능은 무엇인가?
14. 회선의 자료속도에 영향을 주는 인자들은 어떤것인가?
15. 회선의 통과대역을 정의하시오. 일반전화회선의 통과대역은 얼마인가?
16. 지능모뎀이란 무엇인가?
17. 56K모뎀의 비대칭성을 설명하시오.
18. 케블모뎀은 어떻게 그렇게 높은 자료속도를 달성할수 있었는가?
19. 모뎀에서 1차, 2차 통로사이의 차이는 무엇인가?
20. DB−37접속기에 왜 송신자료, 송신시계조종, 수신자료다리쌍을 가지고 있는가?
21. 평형회선과 비평형회선사이의 차이는 무엇인가?
22. EIA대면부에서 자료가 신뢰성 있게 전송될수 있는 자료속도와 거리와의 관계를 설명하시오.
23. 말단부터 호스트콤퓨터까지 문자전송은 비동기식이다. 왜 그런가를 설명하시오.
24. EIA−232의 기계적기술특성을 어떻게 설명할수 있는가?
25. EIA−232의 전기적기술특성을 어떻게 설명할수 있는가?
26. EIA−232의 기능적기술특성을 어떻게 설명할수 있는가?
27. EIA−44규격에 따르는 Ⅰ부류와 Ⅱ부류사이의 차이는 무엇인가?
28. 전화통신에 왜 모뎀이 필요한가?
29. 2−선회선에서 전2중전송이 왜 반2중전송비트속도의 절반인가?
30. FSK는 저속모뎀의 경우에는 좋은 선택안이다. 고속모뎀에는 왜 적당하지 않는지 설명하시오.
31. 4−선회선이 2−선회선대신에 사용될 때 전송용량에서의 차이를 설명하시오.
32. ASK신호의 최소 통과대역은 비트속도와 같을수 있다. FSK의 경우에 왜 이것이

불가능한가를 설명하시오.

선택문제

33. _______전송에서 비트들은 매개가 그자체회선을 통하여 동시에 전송된다.
    ㄱ) 비동기직렬
    ㄴ) 동기직렬
    ㄷ) 병렬
    ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

34. _______전송에서 비트들은 한번에 하나씩 단일회선을 따라 전송될수 있다.
    ㄱ) 비동기직렬
    ㄴ) 동기직렬
    ㄷ) 병렬
    ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

35. _______전송에서는 시작비트와 정지비트가 문자바이트를 프레임한다.
    ㄱ) 비동기직렬
    ㄴ) 동기직렬
    ㄷ) 병렬
    ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

36. 비동기전송에서 바이트들사이의 시간틈은_______이다.
    ㄱ) 고정적
    ㄴ) 가변적
    ㄷ) 자료속도의 함수
    ㄹ) 령

37. 동기전송은_______을 가질수 없다.
    ㄱ) 시작비트
    ㄴ) 정지비트
    ㄷ) 바이트들사이의 틈
    ㄹ) 우의 모두

38. _______는 2진수자자료에 대한 원천 혹은 목적지인 장치이다.
    ㄱ) 자료말단설비
    ㄴ) 자료전송설비
    ㄷ) 수자말단부호기
    ㄹ) 수자전송설비

39. _______는 망을 통하는 상사 혹은 수자신호를 이루는 자료를 송신하거나 수신하는 장치이다.
    ㄱ) 수자접속설비

ㄴ) 자료회선-말단설비
ㄷ) 자료접속설비
ㄹ) 수자통신설비

40. EIA-232는 DTE-DCE대면부의_______특성을 정의한다.
ㄱ) 기계적
ㄴ) 전기적
ㄷ) 기능적
ㄹ) 우의 모두

41. EIA-232규격에서 지적한 부호화방식은_______이다.
ㄱ) NRZ-I
ㄴ) NRZ-L
ㄷ) 만체스터
ㄹ) 차동만체스터

42. EIA-232규격은 0이_______고 지적한다.
ㄱ) -15보다 크다
ㄴ) -15보다 작다
ㄷ) -3과 ?15 사이이다
ㄹ) 3과 15 사이이다

43. EIA-232대면부는_______다리를 가진다.
ㄱ) 20
ㄴ) 24
ㄷ) 25
ㄹ) 30

44. 자료는 EIA-232대면부의 다리_______를 통하여 송신된다.
ㄱ) 2
ㄴ) 3
ㄷ) 4
ㄹ) 우의 모두

45. EIA-232대면부의 다리들중 대다수(13)는_______을 위하여 사용된다.
ㄱ) 조종
ㄴ) 시간조종
ㄷ) 자료
ㄹ) 검사

46. EIA-232규격에서 자료다리의 -12V는 무엇을 표시하는가?
ㄱ) 1
ㄴ) 0
ㄷ) 정의되지 않는다

ㄹ) 부호화형식에 따라 1 혹은 0

47. 다음의 어느 다리가 자료전송에 필요한 쌍인가?
   ㄱ) 송신을 요구하는것(4)과 송신을 완료하는것(5)
   ㄴ) 수신된 회선신호검출기(8)
   ㄷ) DTE준비(20)와 DCE준비(6)
   ㄹ) 우의 모두

48. 어느 다리가 국부회선되돌이검사에 요구되는가?
   ㄱ) 국부회선되돌이(18)
   ㄴ) 원격회선되돌이와 신호검출기(21)
   ㄷ) 검사방식(25)
   ㄹ) ㄱ)와 ㄷ)

49. 어느 다리가 원격회선되돌이검사에 요구되는가?
   ㄱ) 원격회선되돌이와 신호질검출기(21)
   ㄴ) 국부회선되돌이(18)
   ㄷ) 검사방식(25)
   ㄹ) ㄱ)와 ㄷ)

50. 어느 다리가 현재 사용되지 않는가?
   ㄱ) 9
   ㄴ) 0
   ㄷ) 11
   ㄹ) 우의 모두

51. 어느 다리가 2차 통로에 사용되는가?
   ㄱ) 12
   ㄴ) 13
   ㄷ) 19
   ㄹ) 우의 모두

52. 50피트의 최대 케블길이는 ______규격에서 지적되였다.
   ㄱ) EIA−449
   ㄴ) EIA−232
   ㄷ) RS−423
   ㄹ) RS−422

53. 12m부터 _____m까지 케블대역은 EIA−449에 따라서 가능하다.
   ㄱ) 15m
   ㄴ) 150m
   ㄷ) 1,200m
   ㄹ) 1,500m

54. RS−422의 최대 자료속도는 RS−423의 최대 자료속도의 _____배이다.
ㄱ) 0.1
ㄴ) 10
ㄷ) 100
ㄹ) 500

55. RS−422회선에서 잡음이 10V부터 12V사이에서 변한다면 그것의 반전은 −V의 값을 가질것이다.
ㄱ) −2
ㄴ) −8
ㄷ) −10
ㄹ) −12

56. 만일 0. 5V의 잡음이 RS−422회선의 한 비트를 이지러뜨린다면 ___V가 반전비트에 합해 질것인가.
ㄱ) –1.0
ㄴ) –0.5
ㄷ) 0.5
ㄹ) 1.0

57. X.21은 EIA규격에서 설명한 많은 ____다리들을 무시한다.
ㄱ) 자료
ㄴ) 시간조종
ㄷ) 조종
ㄹ) 접지

58. X.21은 _____접속기를 사용한다.
ㄱ) DB−151
ㄴ) DB−251
ㄷ) DB−371
ㄹ) DB−9

59. X.21에서 조종정보는 거의 _____다리들을 통하여 전송된다.
ㄱ) 자료
ㄴ) 시간조종
ㄷ) 조종
ㄹ) 접지

60. Null모뎀은 한 DTE의 자료전송다리(2)를 _____에 련결시킨다.
ㄱ) 같은 DTE의 자료수신다리(3)
ㄴ) 다른 DTE의 자료수신다리(3)
ㄷ) 다른 DTE의 자료송신다리(2)
ㄹ) 다른 DTE의 신호접지

61. 만일 변조할 필요가 없는 자료를 통신할수 있는 서로 가깝고 호환할수 있는 두 DTE를 가지고 있다면 좋은 대면부는 _____일것이다.

ㄱ) Null모뎀

ㄴ) EIA−232 케블

ㄷ) DB−45접속기

ㄹ) 라지오송수신기

62. 제일 높은 주파수로서 H, 제일 낮은주파수로서 L을 가진 전송회선이 주어 졌을 때 회선의 통과대역은 _____이다.

ㄱ) H

ㄴ) L

ㄷ) H−L

ㄹ) L−H

63. 전화회선의 경우에 음성의 통과대역은 보통 자료의 통과대역 _____.

ㄱ) 과 같다

ㄴ) 보다 작다

ㄷ) 보다 작다

ㄹ) 2배이다

64. 비트속도가 주어 진 경우에 ASK의 최대대역너비는 FSK의 최소대역너비_____.

ㄱ) 와 같다

ㄴ) 보다 작다

ㄷ) 보다 크다

ㄹ) 2배이다

65. FSK신호의 비트속도가 증가할 때 통과대역은 _____.

ㄱ) 감소한다

ㄴ) 증가한다

ㄷ) 상수이다

ㄹ) 2배이다

66. FSK경우에 두 반송파사이의 차가 증가할 때 통과대역은 _____.

ㄱ) 감소한다

ㄴ) 증가한다

ㄷ) 상수이다

ㄹ) 절반이다

67. 모뎀은 다음의 어느 변조수법을 사용하는가?

ㄱ) 16−QAM

ㄴ) FSK

ㄷ) 8−PSK

ㄹ) 우의 모든것

68. 2−SPK는 보통 같은 자료속도일 때 _____의 FSK를 요구한다.
ㄱ) 더 넓은 통과대역
ㄴ) 더 좁은 통과대역
ㄷ) 같은 통과대역
ㄹ) 보다 더 높은 차수의 통과대역

69. 다음 모뎀들중 어느 모뎀이 FSK모뎀인가?
ㄱ) Bell 103
ㄴ) Bell 201
ㄷ) Bell 212
ㄹ) 우의 모두

70. 어느 ITU−T모뎀규격이 살창부호화를 리용하는가?
ㄱ) V.32
ㄴ) V.33
ㄷ) V.34
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

71. 살창변조에서 자료비트의 수는 전송되는 비트수와 _____ .
ㄱ) 같다
ㄴ) 보다 작다
ㄷ) 보다 많다
ㄹ) 의 2배

72. 저속V.22bis규격의 경우에 3사분구에 있고 다음 2중비트가 11이라면 _____의 위상변화가 있다.
ㄱ) 0°
ㄴ) 90°
ㄷ) 180°
ㄹ) 270°

73. 살창부호화의 목적은 무엇인가?
ㄱ) 좁은 통과대역
ㄴ) 변조를 간단히 하는것
ㄷ) 자료속도를 증가시키는것
ㄹ) 오유속도를 감소시키는것

74. _____변조에서 위상변화는 이전 비트패턴의 위상과 현재비트패턴의 함수이다.
ㄱ) FSK
ㄴ) PSK
ㄷ) DPSK
ㄹ) ASK

75. 어느 형태의 신호가 비트속도와 보드속도가 항상 같은가?
ㄱ) FSK
ㄴ) QAM
ㄷ) 4−PSK
ㄹ) 우의 모두

76. 변조기는 _____신호를 _____신호로 변환한다.
ㄱ) 수자 : 상사
ㄴ) 상사 : 수자
ㄷ) PSK : FSK
ㄹ) FSK : PSK

77. EIA−232의 DB−9실현은 _____접속에서 사용한다.
ㄱ) 단일비동기
ㄴ) 단일동기
ㄷ) 한방향
ㄹ) 우의 임의것

78. _____규격은 LAPM조약을 리용한다.
ㄱ) V.32
ㄴ) V.33bis
ㄷ) V.34
ㄹ) V.42

79. _____규격은 Lempel−Ziv−Welch압축방법을 리용한다.
ㄱ) V.32
ㄴ) V.32bis
ㄷ) V.42
ㄹ) V.42bis

80. 56k모뎀은 _____kbps에서 내리적재되고 _____kbps에서 올리적재된다.
ㄱ) 33.6 : 33.6
ㄴ) 33.6 : 56.6
ㄷ) 56.6 : 33.6
ㄹ) 56.6 : 56.6

81. 텔레비죤케블을 통하여 인터네트에 접속된 사용자는 _____때문에 높은 자료속도를 보장 받는다.
ㄱ) 교환국에서 변조
ㄴ) 구내에서 변조
ㄷ) AMI변조
ㄹ) 동축케블의 높은 통과대역

련습문제

82. 우리가 비동기적으로 1,000개의 ASCII문자를 전송하려고 한다면 요구되는 초파 비트의 최소수는 얼마인가? 효률퍼센트는 얼마인가?
83. ASCII문자 A가 EIA−232규격대면부와 동기전송을 리용하여 보내졌다. 전송파형(진폭−시간)을 그리시오. 10bps의 비트속도라고 가정한다.
84. RS−422회선에서 출현할수 있는 비트패턴 10110110에 대한 시간령역그라프를 그리시오. 1은 5V이고 0은 −5V라고 가정한다. 그 보수를 그리시오.
85. 앞의 자료를 리용하여 첫 비트와 마지막비트가 1V잡음으로 이지러졌다고 가정하고 신호와 보수의 차를 그리시오.
86. 두 렬로 된 표를 작성하시오. 첫 렬에 EIA−232의 DB−9다리를 쓰시오. 두번째 렬에서 EIA−232가 리용하는 DB−25의 다리를 설명하시오.
87. 가상적인 케블모뎀은 텔레비죤케블통로의 경우에 6MHz통로를 가진다. 그것은 내리적재의 경우에 128−QAM, 올리적재의 경우에 8−PSK를 리용한다. 매 방향에서 비트속도는 얼마인가. 올리적재와 내리적재의 경우에 같은 대역이 리용된다는것을 주목하시오.
88. 번호 864−8902를 번호화하는 Hayes지령을 쓰고 고성기의 음량조절기능을 10준위로 조정하시오.
89. 번호 (40)864−8902을 번호화하고 반향인쇄를 허용하는 Hayes지령을 쓰시오.
90. 반향인쇄를 허용하지 않고 문제 89를 반복하시오.
91. 한 통로만을 가지고 비동기방식으로 DB−25를 리용할 때 몇개의 다리가 요구되겠는가?
92. 한 통로만을 가지고 동기방식으로 DB−25를 리용할 때 몇개의 다리가 요구되겠는가?
93. DB−25에서 2차 통로에 얼마나 많은 다리들이 요구되는가?
94. 비동기전송을 리용하여 그림 6−12의 실례를 다시 설명하시오.
95. DB−9접속기를 리용하여 그림 6−12의 실례를 다시 설명하시오.
96. RS−423(비평형방식)을 리용할 때 DTE와 DCE사이거리가 300m라면 자료속도가 얼마인가?
97. RS−422(평형방식)을 리용할 때 DTE와 DCE사이거리가 300m라면 자료속도는 얼마인가?
98. RS−423부터 RS−422로 변화시켰다면 300m의 경우에 자료속도에서 얼마나 개선될수 있는가?
99. 보내려는 자료가 《Hello》일 때 하나의 시작비트와 하나의 정지비트를 가진 비동기전송에서의 비트패턴을 그리시오. ASCII코드(부록 A)를 리용하시오.
100. 일부 모뎀들이 자료가 순수 수자(0부터 9)라면 일부 모뎀들은 문자(8대신)당 4bit를 전송한다. 부록 A에서 ASCII표를 리용하여 어떻게 이것을 실행할수 있겠는가를 설명하시오.
101. 국부되돌이회선검사가 국부 DCE(모뎀)의 동작을 검사한다. 신호는 국부 DTE로부터 국부 DCE까지 송신하고 국부 DTE에 되돌려 진다. 이 검사를 위하여 사용된 EIA−232다리들을 그림으로 그리고 설명하시오.
102. 원격국부되돌이검사가 원격 DCE(모뎀)의 동작을 검사한다. 신호는 국부 DTE로부터 국부 DCE까지, 국부 DTE로부터 원격 DCE(전화망을 통하여)까지 송신되고 되돌려 진다. EIA−232다리들이 이 검사에 사용되는것을 보여 주는 그림을 그리시오.

제7장. 전송매체

4장에서 서술한것처럼 콤퓨터들과 원격통신장치들은 자료를 표시하기 위하여 신호를 리용한다. 이 신호들은 전자기에네르기의 형태로 한 장치로부터 다른 장치로 전달된다. 전자기신호는 진공, 공기 혹은 일련의 전송매체를 통하여 전송될수 있다.

서로 관련속에서 진동하는 전기적, 자기적마당들의 결합인 전자기에네르기는 전력, 음성, 라지오파, 적외선, 가시선, 자외선, X선, 감마선, 우주선들이다. 이것들은 각각 전자기스펙트르의 한 부분을 이룬다(그림 7-1을 참고). 그러나 현재 스펙트르의 모든 부분을 원격통신에 리용할수 있는것은 아니며 리용할수 있는 매체들은 몇가지 형태로 제한되여 있다. 음성대역주파수는 일반적으로 꼬임쌍선 혹은 동축케블과 같은 금속케블을 통하여 전류로 전송된다. 라지오주파수들은 특별한 송신과 수신기구를 요구하지 않고 공기 혹은 공간을 통하여 전송될수 있다. 통신에서 현재 리용되는 전자기에네르기의 세번째 형태인 가시선은 빛섬유케블을 리용하여 전송된다.

그림 7-1. 전자기스펙트르

전송매체는 크게 두 부류(안내매체와 비안내매체)로 나눌수 있다(그림 7-2를 참고).

그림 7-2. 전송매체의 분류

7. 1. 안내매체

한 장치로부터 다른 장치로 전송을 보장하는 안내매체에는 꼬임쌍선, 동축케블, 빛섬유케블 등이 있다(그림 7-3을 참고). 이 매체들을 따라 전송할수 있는 신호는 매체의 물

리적제한에 의하여 규정된다.

꼬임쌍선과 동축케블은 전류형태의 신호를 전송하는 금속(동)도체를 리용한다. 빛섬유는 빛의 형태로 신호를 받아 들이고 전송하는 유리 혹은 합성수지케블이다.

그림 7-3. 안내매체의 분류

꼬임쌍선케블

꼬임쌍선케블에는 차페와 비차페 두가지 형태가 있다.

비차페꼬임쌍선(UTP)케블

비차페꼬임쌍선(UTP)케블은 오늘날 가장 일반적으로 사용하는 원격통신매체이다. 그것은 비록 전화체계에서 사용하는것으로 널리 알려 져 있다 하더라도 자료와 음성을 전송하기에는 적합한 주파수대역을 가지고 있다(그림 7-4를 참고). 꼬임쌍선은 두 도체(보통 동)로 구성되는데 서로 구별되는 색갈을 가진 합성수지로 절연되여 있다. 합성수지 절연은 식별을 위하여 색갈띠로 되여 있다(그림 7-5를 참고). 케블에서 도체들을 식별하고 도선들이 쌍에 속하면서도 큰 묶음안의 다른 쌍들과 어떻게 관계되는가를 지적하기 위하여 색갈을 리용한다.

꼬임쌍선은 매개가 절연물질로 둘러 싸여 진 두 도체로 구성된다.

그림 7-4. 꼬임쌍선케블경우의 주파수대역

과거에는 두 병렬평행도선이 통신에 사용되였다. 그러나 전동기와 같은 전자기영향은 이 도선들에 잡음을 만든다. 만일 두 선이 평행이라면 잡음원에 가까운 도선은 더 크게 영향을 받으며 결국 먼 도선보다 더 높은 전압으로 되여 균형이 맞지 않는 부하와 손상된 신호로 되게 한다(그림 7-6을 참고).

그러나 만일 두 도선이 균일한 구간에서 서로 꼬여 있다면(피트당 2부터 12사이에서

꼬였다.) 꼬아 진 절반회수는 원천과 가깝고 다른 절반은 멀리 있게 된다. 따라서 꼬여질 때 간섭루적영향은 두 도선에 대하여 같다(그림 7-7를 참고). 도선의 매 부분은 그것이 꼬임의 꽉대기에 있을 때 4의 《부하》를 가지며 밑에 있을 때 3의 《부하》를 가진다. 수신기에서 잡음의 총 영향은 0(14−14)이다. 꼬임은 항상 잡음의 영향을 무시할수는 없으나 그것을 어느정도 감소시킬수 있다.

그림 7-5. 꼬임쌍선케블

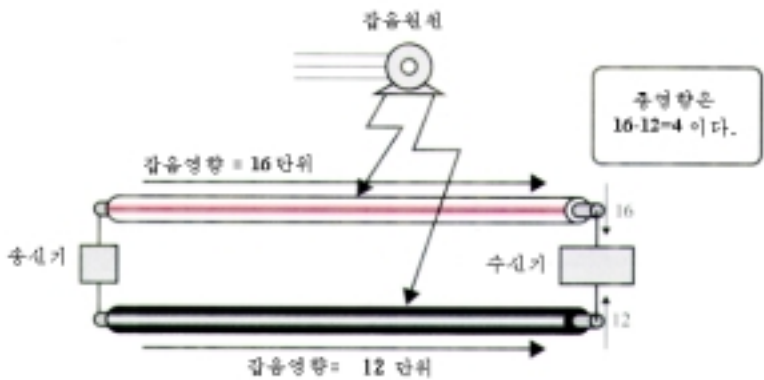



그림 7-6. 평행도선에서 잡음의 영향

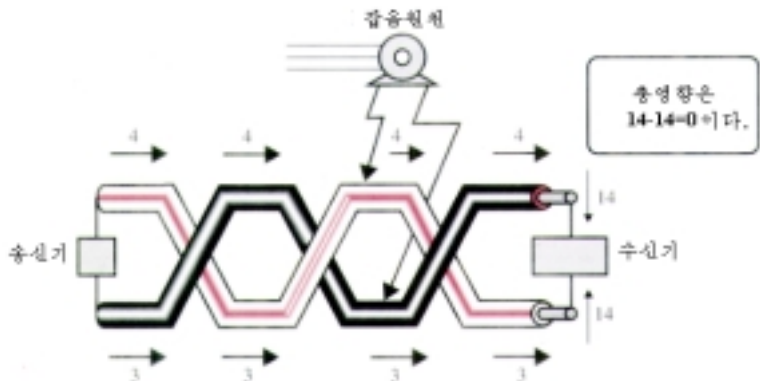



그림 7-7. 꼬임쌍선에서 잡음영향

UTP의 우점은 값이 눅고 유연하고 설치하기 쉬운것이다. 높은 급 UTP는 이써네트표적고리망을 포함하여 많은 LAN기술에서 사용한다. 그림 7-8은 비차페꼬임쌍선 다섯개를 포함하는 케블을 보여 준다.

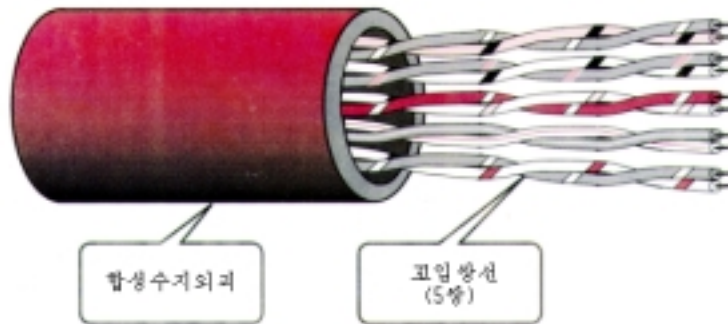



그림 7-8. 도선의 비차페꼬임쌍선다섯개를 가진 케블

전자공업협회(EIA)는 UTP케블등급을 가르는 규격들을 개발하였다. 제일 낮은것을 1, 제일 높은것을 5로 하여 케블의 질을 분류하였다. 매 EIA부류는 일정한 리용에서는 적당하나 다른 경우에는 그렇지 못하다.

1부류 : 전화체계에서 사용되는 기초적인 꼬임쌍선케블이다. 이 준위의 질은 음성의 경우에는 좋으나 저속이 아닌 모든 자료통신의 경우에는 적당하지 않다.

2부류 : 음성과 4Mbps까지의 자료전송을 진행하는 경우에 적당한 등급이다.

3부류 : 피트당 적어도 세번 꼬임할것을 요구하며 10Mbps까지의 자료전송에 리용될수 있다.

4부류 : 16Mbps까지 가능한 전송속도와 함께 피트당 최소한 세번 꼬아야 한다는 조건을 가지고 있다.

5부류 : 100Mbps까지 자료전송에 사용된다.

UTP접속기 UTP는 일반적으로 전화접속두의 형태를 통하여 망장치에 련결된다. 접속기들의 접속두는 접속구에 접속되고 한 위치에 그것을 고정하는 볼트를 가지고 있다. 케블의 매 도선은 접속기의 한 전도체(혹은 다리)에 련결되여 있다. 이 다리들에서 제일 흔하게 리용되는것은 네개의 꼬임쌍선의 매개 도체를 위한 여덟개의 전도체를 가진 RJ45접속기이다(그림 7-9를 참고).

차페꼬임쌍선(STP)케블

차페꼬임쌍선(STP)케블은 절연된 도체의 매쌍을 둘러 싸는 금속박판 혹은 그물로 짠 외피로 되여 있다(그림 7-10을 참고). 금속덮개는 전자기잡음의 침투를 막는다. 역시 한 회선 (혹은 한 통로)에서 다른 회선(혹은 다른 통로)에 대한 호상간섭으로 인한 말새기(루설)현상을 제거할수 있다.

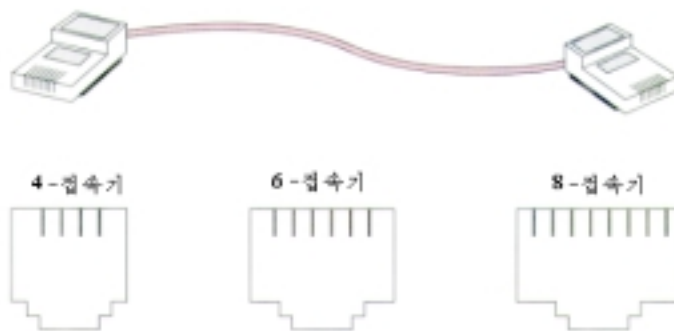



그림 7-9. UTP접속기

그림 7-10. 차페꼬임쌍선케블

그것은 한 회선이 다른 회선밑으로 지나가는 신호들중 일부를 취할 때 일어 난다(수신안테나의 한 종류처럼 동작한다.).

이 영향은 한 사람이 되돌이접지선에서 다른 회화를 들을수 있는 전화회화시에 부닥칠수 있다. 꼬임쌍선케블의 매쌍을 차페하는것은 루설을 거의 다 막을수 있다.

STP는 UTP와 같은 질을 보장하고 같은 접속기를 리용하나 차페는 접지와 련결시켜야 한다. 제작비용은 UTP보다 STP가 훨씬 값이 비싸며 잡음에 대하여서는 영향을 덜 받는다.

동축케블

동축케블은 두 매체가 완전히 차이나게 조립되여 있기때문에 꼬임쌍선보다 얼마간 높은 주파수대역에서 신호를 전송할수 있다(그림 7-11을 참고).

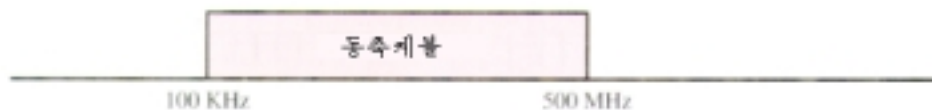



그림 7-11. 동축케블의 주파수대역

두 도선을 가지고 있는 대신에 동축케블은 절연외피에 둘러 싸인 도체 혹은 규격도선(일반적으로 동)의 중심내부도체를 가지고 있다.

달리 말하면 금속선, 그물로 짠것 혹은 둘의 결합으로 된 바깥도체에 에워 싸여 진것이다. 금속외피는 잡음에 대한 차폐와 회선을 완성시키는 역할을 한다. 이 바깥도체는 절연외피로 에워 싸여 있으며 전체 케블은 합성수지외피로 보호된다(그림 7-12를 참고).

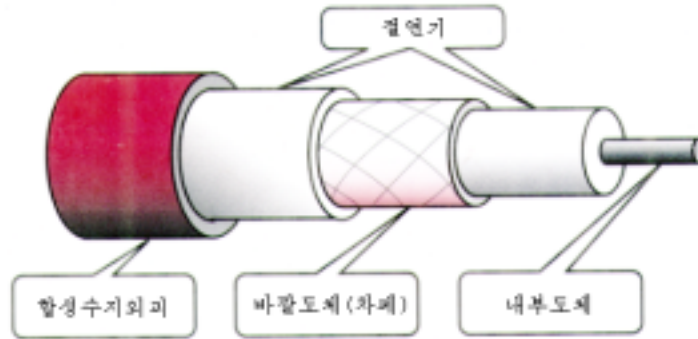



그림 7-12. 동축케블의 주파수대역

동축케블규격

각이한 동축케블설계는 그들의 무선파관리급수(RG)들로 분류된다. 매 RG수자는 물리적기술특성의 유일모임을 표시하며 여기에 내부도체의 도선규격, 내부절연체의 두께와 형태, 외피의 구조, 바깥외피의 형태들이 포함된다.

매 RG급수에 의하여 정의된 케블들은 설명서에 지적된 기능을 받아 들였다. 아래에 소개한것은 그 일부이다.

ㄱ) RG-8 가는 이써네트에서 사용
ㄴ) RG-9 가는 이써네트에서 사용
ㄷ) RG-11 가는 이써네트에서 사용
ㄹ) RG-58 굵은 이써네트에서 사용
ㅁ) RG-59 텔레비죤을 위하여 사용

동축케블접속기

몇년동안 특정한 제품요구에 대한 특정한 해결안을 추구하는 제작자들에 의하여 동축케블용으로 많은 접속기들이 설계되였다.

일부 설계는 널리 리용될수 있게 규격화되였다. 여기서 가장 공통적인것은 생긴 모양으로 하여 원통접속기라고 불리운다. 가장 일반적인 원통접속기중의 하나는 망접속기(BNC)인데 그것은 눌러서 밀어 넣고 절반정도 돌려서 고정시킬수 있다. 다른 형태의 원통접속기중에는 량쪽에 나사를 가지고 있어서 품을 들여 설치하여야 하는것과 고정시키지 않고 눌러 밀어 넣을수 있으나 안전성이 적은것이 있다. 일반적으로 케블은 장치에 붙어 있는 접속구에 끼우거나 돌려서 맞출수 있는 접속두를 가지고 있다. 모든 동축케블

접속기들은 접속구의 금속테안으로 미끄러 져 들어 갈수 있도록 접속두의 중심에 뾰족하게 나와 있는 한개의 다리를 가지고 있다. 동축접속기들은 유선텔레비죤과 VCR의 신호접속에서 자주 리용된다.

다른 두가지 일반접속기는 T−접속기와 종단기이다. T−접속기(굵은 이써네트에서 사용된다.)는 주회선에서 2중케블들을 분기시킬수 있다. 실례로 콤퓨터에서 늘인 케블은 분기되여서 여러 말단들을 접속시킬수 있다. 종단기는 모선위상구조에서 리용하는데 주케블은 여러 장치들에 대한 중추로 동작할수도 있으나 끝은 반드시 종단기로 끝나야 한다. 만일 주케블이 끝나지 않은채로 남아 있다면 회선에서 전송되는 어떤 신호들은 거꾸로 반사되여 원래 신호와 간섭하게 된다. 종단기는 종단에서 그 파를 흡수하고 반향되돌이를 제거한다.

빛섬유

지금까지 전류의 형태로 신호를 전송하는 전도성(금속)케블들을 론의하였다. 이와는 달리 빛섬유는 유리 혹은 합성수지로 만들었고 빛의 형태로 신호를 전송한다. 빛섬유를 리해하기 위하여 먼저 빛속성의 여러가지 측면을 찾아 볼 필요가 있다.

빛의 속성

빛은 전자기에네르기의 한 형태이다. 그것은 진공의 경우에 가장 빨리 전달된다(300,000km/s,약 18,600mile/s). 빛의 속도는 전달되는 매체의 밀도에 의존한다(밀도가 클수록 속도가 낮고 작을수록 높다.).

> 전자기에네르기의 한 형태인 빛은 진공에서 300,000km/s 혹은 약 186,000mile/s로 전달된다. 이 속도는 빛이 전달되는 매질이 조밀해 질수록 감소된다.

굴절 빛은 단일한 균일물질을 통과하는 동안 직선으로 전달된다.

만일 한 물질을 통하여 전달되는 빛선이 다른(더 조밀하거나 성긴) 물질로 급작스럽게 들어 간다면 그것의 속도는 갑자기 변하며 광선은 방향을 바꾸게 된다.

광선이 굴절되는 방향은 밀도변화에 의존한다. 성근데로부터 밴매질로 움직이는 빛묶음은 수직축쪽으로 기울어 진다(그림 7−13을 참고). 수직축에 관하여 빛묶음이 만든 두 각은 입사의 경우에 I라고 부르고 굴절의 경우에 R라고 부른다. 그림 7−13 ㄱ)에서 빛묶음은 성긴 매질에서 밴매질쪽으로 전달되고 있다. 이 경우에 각 R는 각 I보다 작다. 그러나 그림 7−13 ㄴ)에서 빛묶음은 밴매질에서 성긴 매질로 전달된다. 이 경우에 I의 값은 R의 값보다 작다. 다른 말로 빛이 보다 밴매질로 전달될 때 입사각은 굴절각보다 크고 빛이 성긴 매질로 전달될 때의 입사각은 굴절각보다 작다.

빛섬유기술은 섬유통로를 통하는 빛의 전파를 조종할수 있는 그림 7−13 ㄴ)에서 보여 준 특성의 우점을 리용한것이다.

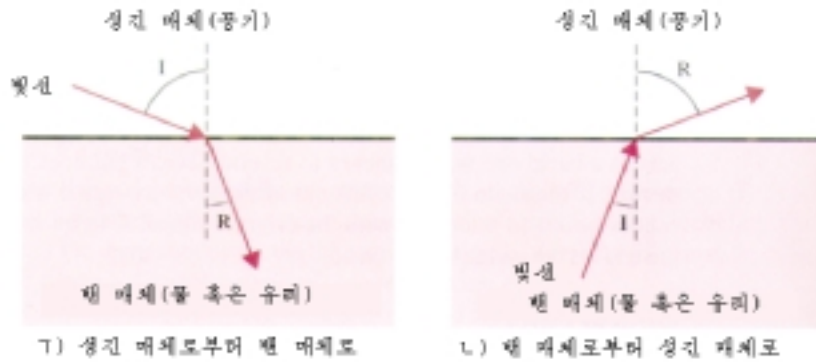



그림 7-13. 굴절

림계각 그림 7-14를 검토하자. 밴매질로부터 성긴매질로 움직이는 빛묶음을 취하자. 이 실례에서는 입사각을 수직선으로부터 점차 증가시켰다. 입사각이 증가할 때 굴절각도 증가한다. 그러므로 그것은 수직축과는 멀어 지고 수평축에 가까와 진다.

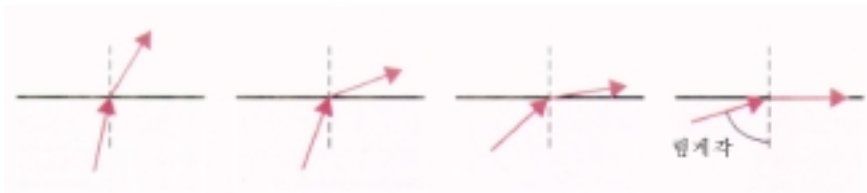



그림 7-14. 림계각

이 과정에 일정한 점에서의 입사각변화가 90°의 굴절각을 만들고 굴절된 빛묶음은 수평축 가까이에 놓이게 된다. 이 점에서의 입사각은 림계각이라고 알려 졌다.

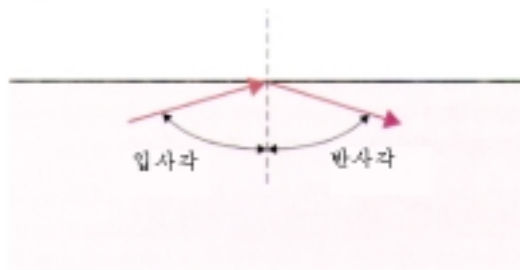



그림 7-15. 반사

반사 입사각이 림계각보다 커질 때 반사라고 부르는 현상이 일어 난다(즉 보다 정확히는 굴절과 공존하는 반사의 일정한 측면때문에 완전반사라고 한다.). 빛은 성긴매질로 더는 전혀 통과하지 않는다. 이 경우에 입사각은 반사각과 항상 같다(그림 7-15를

참고).

빛섬유는 통로를 통과하는 안내빛의 반사를 리용한다. 유리 혹은 합성수지인 속심은 그 보다 성긴유리 혹은 합성수지피복재로 둘러 싸여 있다. 두 물질의 밀도차는 속심을 통과하는 빛묶음이 피복재에서 굴절하지 않고 반사할수 있게 만들었다. 1과 0bit를 표시하는 정보는 ON−OFF섬광들의 렬로 빛묶음을 부호화하였다.

전파방식

현재의 기술은 두 방식(다중방식과 단일방식)의 상사빛통로를 따라서 빛이 전파할수 있도록 개발하였는데 매개가 각이한 물리적특성을 가진 섬유를 요구한다.

다중방식은 계단굴절률과 경사굴절률 두 형태로 실현될수 있다(그림 7−16을 참고).

그림 7−16. 전파방식

다중방식 다중방식이란 빛원천으로부터 다중빛묶음이 속심의 각이한 경로로 통과하기때문에 그렇게 불리운다. 다중계단굴절률섬유에서 심의 밀도는 중심으로부터 변두리까지 상수이다. 빛묶음은 그것이 심의 표면과 피복재에 이를 때까지 직선으로 상수인 밀도를 통하여 이동한다. 표면에서의 낮은 밀도는 빛운동의 각을 바꿀수 있게 한다. 계단굴절률이라는 말은 굴절률에서의 이 급작스러운 변화로 유래된것이다.

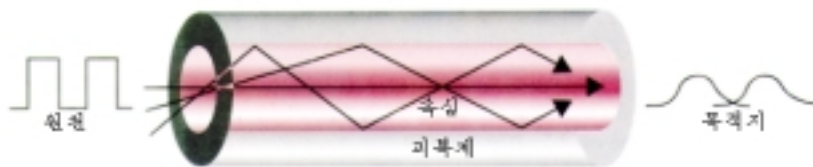



그림 7−17. 다중계단굴절섬유

그림 7−17은 계단굴절률섬유를 통하는 여러 빛묶음(혹은 빛선)을 보여 준다. 중심에서 일부 빛묶음은 굴절 혹은 반사없이 속심을 통하여 직선으로 전파하여 목적지에 이른다. 일부 빛묶음은 림계각보다 작은 각을 가지고 속심과 피복재인 표면에서 부딪친다. 이 빛묶음들은 피복재를 뚫고 나가며 손실된다. 다른것들은 림계각보다 큰 각으로 속심변두리에서 속심으로 다시 반사되고 반대편쪽으로 반사되면서 목적지에 이를 때까지 통로를

따라서 이리저리 반사한다.

매빛은 입사각과 같은 각으로 표면에서 반사된다. 입사각이 클수록 반사각이 커진다. 입사각보다 더 작은 각을 가진 빛묶음은 큰 입사각을 가진 빛과 같은 거리를 지나는 동안 더 많이 반사할것이다. 결과 작은 입사각을 가진 빛묶음은 목적지에 이를 때까지 더 많이 이동해야 한다. 경로에서의 이 차이는 목적지에 빛묶음들이 도착하는 시간을 다르게 한다는것을 의미한다. 이런 각이한 빛묶음들이 수신기에서 재결합되며 그것들은 더는 전송된 신호의 정확한 복사로 되지 않게 한다. 이러한 신호는 전파지연으로 하여 이지러졌다. 이 이지러짐은 얻을수 있는 자료속도를 제한하며 일정하게 정확한 응용의 경우에 다중방식계단굴절률케블이 적당치 않게 한다.

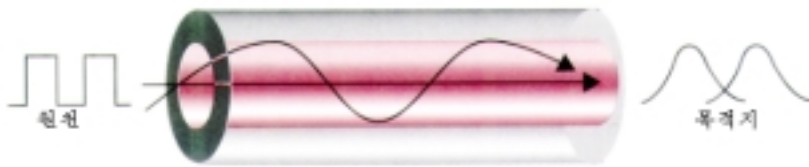



그림 7-18. 다중방식경사밀도섬유

다중방식경사굴절률섬유라고 부르는 섬유의 두번째 형태는 케블을 통과하는 신호의 이지러짐을 감소시킨다. 우에서 본것처럼 굴절률은 밀도에 관계된다. 경사굴절률섬유란 가변밀도를 가졌다는 뜻이다. 밀도는 속심의 중심에서 제일 크고 변두리에서 제일 작아 지게 점차적으로 감소한다. 그림 7-18은 빛섬유의 전파에 대한 이 가변밀도의 영향을 보여 준다.

신호는 속심의 중심에서부터 출발한다. 이 점에서 수평빛묶음만이 상수밀도를 가진 중심에서 직선으로 이동한다. 다른 각도에서의 빛묶음들은 상수로 변화하는 밀도렬을 통하여 움직인다. 가변밀도차는 매 빛묶음이 곡선으로 반사되게 한다. 그밖에도 굴절을 변화시키면 매개 빛묶음은 주어 진 시간구간에서 이동하는 거리를 변화시키며 상수구간에서는 교차하는 각이한 빛묶음으로 되게 한다. 이 두 빛의 교점들중의 하나에 수신기를 면밀하게 배치하면 신호가 더 정확하게 재구성된다.

그림 7-19. 단일방식섬유

단일방식 단일방식은 계단굴절률섬유를 리용하며 수평축에 가까운 작은 각도대역으로 빛을 제한하면서도 강하게 집초시킨 빛을 리용한다. 단일방식섬유 그자체는 다중방식섬유의 경우보다 훨씬 작은 직경과 실질적으로 더 낮은 밀도를 가지고 제작된다. 밀도에

서의 감소는 빛의 전파를 거의 수평축으로 되게 하여 90°에 가까운 림계각이 되게 한다. 이 경우에 각이한 빛묶음은 거의 일치하게 전파되고 지연은 무시된다. 빛묶음모두는 《함께》목적지에 이르며 신호는 이지러짐없이 재결합될수 있다(그림 7-19를 참고).

섬유크기규격

빛섬유들은 피복재의 직경에 대한 속심의 직경의 비로 결정되는데 둘다 미크론(미크로메터)으로 표시된다. 공통크기를 표 7-1에서 보여 주었다. 마지막에 표시된것은 단일방식에서만 리용한다.

표 7-1　　　빛섬유형태들

빛섬유형식	속심(*microns*)	피복재(*microns*)
62.5/125	62.5	125
50/125	50.0	125
100/140	100.0	140
8.3/125	8.3	125

케블구조

그림 7-20에 대표적인 빛섬유케블의 구조를 보여 주었다. 속심은 섬유를 이루는 피복재로 둘러 싸여 있다. 대다수 경우에 섬유는 습기로부터 보호하는 완충층으로 리용된다. 마지막으로 전체 케블은 바깥외피로 피복되여 있다.

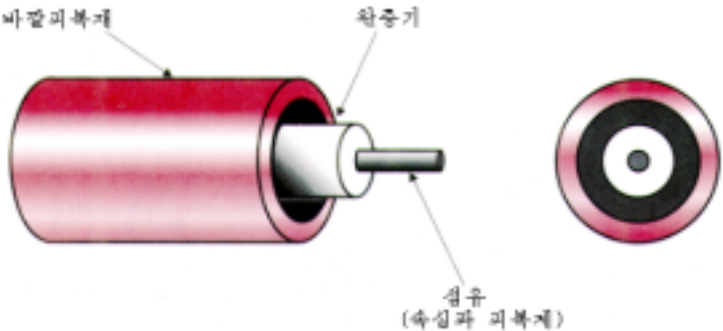



그림 7-20. 빛섬유구조

속심과 피복재를 유리이거나 합성수지로 만들수 있으나 밀도는 차이나야 한다. 그외에도 내부속심은 최대로 순수하여야 하며 크기와 형태가 완전히 균일하여야 한다는 요구가 있다. 물질에서의 화학적차이들과 지어 통로의 크기와 형태에서의 작은 변화들은 반사각을 바꾸고 신호를 이지러뜨린다. 일부 응용들에서는 이지러짐의 일정한 량을 조절할

수 있으며 케블들을 값눅게 만들수 있으나 일반적으로 완전히 균일해야 한다.

바깥외피는 여러 물질들로 만들수 있는데 그것들은 테프론외피, 합성수지외피, 합성섬유, 금속관, 금속그물일수 있다. 이 외피물질들의 개개는 자체의 목적을 가진다. 합성수지는 가볍고 값이 눅지만 구조적세기를 보장할수 없고 발화시에 가스를 방출할수 있다. 금속관은 세기는 보장하나 값이 비싸다. 테프론은 가볍고 열린 공기에서 사용될수 있으나 비싸고 케블세기를 증가시킬수 없다. 금속을 선택하는것은 케블이 설치되여야 할 장소때문이다.

빛케블을 위한 빛원천

앞에서 본것처럼 빛섬유케블의 목적은 원천부터 목표까지 빛묶음을 유지하고 유도하는것이다. 전송이 일어 나게 하려면 송신장치는 빛원천을 가지고 있어야 하며 수신장치는 콤퓨터가 리용할수 있도록 수신된 빛을 전류로 변환할수 있는 빛수감요소가 있어야 한다. 빛원천은 발광2극소자(LED) 혹은 레이자주입2극소자(ILD)일수 있다. LED들은 값눅은 원천이지만 그것들은 조종할수 없는 각으로 통로의 경계와 부딪쳐서 집초되지 않은 빛을 내며 먼거리에서는 확산된다. 그러므로 LED는 단거리용으로 제한한다. 그러나 레이자는 입사각을 조종할수 있다. 레이자신호들은 일정하게 먼거리를 보장할수 있는 신호특성을 가지고 있다.

빛섬유접속기술

빛섬유케블접속기는 케블 그자체만큼 정확하여야 한다. 금속성매체의 경우에 접속기는 두 접속기들이 물리적접촉을 하고 있으면 그만이다. 그러나 빛섬유의 경우는 속심의 한 토막이 빛2극소자든지 속심의 다른 토막과 잘못 배치될 때 송신기쪽으로 거꾸로 신호가 반사되게 하며 련결된 두 통로에서의 그 어떤 크기의 차는 신호각도에서의 변화를 가져 온다.

또한 너무 꽉 고정되게 련결하지 말아야 한다. 둘사이의 틈은 신호의 감쇠를 일으키나 지나치게 고정시키는 련결은 두 속심을 압박하여 반사각을 바꾸게 한다.

이 제한들이 주어 져서 제작자들은 리용에서의 정확성과 용이성이 보장된 여러 접속기들을 개발하였다. 모든 일반 접속기들은 원통형이며 암, 수형태로 되여 있다. 그 케블은 련결시켜야 할 장치에 붙어 있는 암접속기를 고정시킬수 있거나 나사를 낸 수접속기를 가지고 있다.

빛섬유의 우점

꼬임쌍선과 동축케블에 비한 빛섬유케블의 우점은 잡음저항, 작은 신호감쇠, 높은 통과대역이다.

잡음저항 빛섬유전송은 전기가 아니라 빛을 리용하기때문에 잡음인자가 없다. 유일하게 가능한 영향인 외부빛은 바깥외피가 통로를 차단한다.

작은 신호감쇠 빛섬유전송거리는 다른 안내매체의 경우보다 충분히 크다. 신호는 재

발생을 요구하지 않고 수mile까지 전송될수 있다.

높은 통과대역 빛섬유케블은 꼬임쌍선 혹은 동축케블보다 더 높은 통과대역을 지원할수 있다. 현재 빛섬유케블을 통과하는 자료속도와 통과대역의 리용은 매체에 의하여 제한되는것이 아니라 신호발생과 얻을수 있는 수신기술에 의한것이다.

빛섬유의 결함

빛섬유의 기본결함은 비용, 설치/유지, 파손이다.

비용 빛섬유케블은 비싸다. 속심에서의 어떤 불순물 혹은 불비함도 신호를 버릴수 있기때문에 제작에 공을 들여야 한다. 또한 레이자빛원천은 비용이 수천딸라이기때문에 전기적신호발생에서의 수백딸라와 엄청난 차이가 있다.

설치/유지 빛섬유속심이 거친것과 금이 간것은 빛을 확산시키고 신호를 바꾼다. 모든 이음면은 정교하게 다듬어야 하며 정확하게 융합되여야 한다. 모든 련결들은 속심크기에 대하여 완전히 정합되여야 하며 철저한 밀착을 보장하여야 한다. 하지만 금속매체련결은 상대적으로 소박한 도구들을 리용하여 자르고 련결할수 있다.

고장 유리섬유는 도선보다 쉽게 부스러 지고 장치를 휴대하여야 할 대상에서는 유용성이 작다. 제작기술이 개선되고 비용이 내려 가기때문에 높은 자료속도와 잡음대책이 빛섬유를 널리 리용하게 한다.

7. 2. 비안내매체

비안내매체 혹은 무선통신은 물리적도체를 리용하지 않고 전자기파를 전송한다. 대신에 신호들은 공기를 통하여 일방적으로 전파되며 그것을 수신할수만 있다면 모든 장치에서 다 리용할수 있다.

무선주파수배정

통신으로 정의한 전자기스펙트르부분은 띠라고 불리우는 여덟개 대역으로 나뉘우는데 매 대역은 정부권한으로 규정한다. 이 띠들은 초저주파(VLF)로부터 초극초단파(EHF)까지 배렬된다. 그림 7-21에 여덟개 모든 띠와 그것들의 머리글자를 보여 주었다.

무선파의 전파

전파의 형태들

무선파전파는 각이한 다섯가지 전파형식 즉 지표층, 대류층, 이온층, 직선, 공간층을 리용한다(그림 7-22를 참고).

무선기술은 지구가 대기의 두 층 즉 대류층과 이온층으로 둘러 싸여 진것으로 고찰

한다. 대류층은 지구의 표면으로부터 거의 30mile 밖으로 확장된 대기부분이며(무선기술에서 대류층은 성층권이라고 부르는 고도층을 포함한다.) 우리가 일반적으로 공기라고 하는것을 포함한다. 구름, 바람, 온도변화, 일반적으로 기류는 제트비행기가 날수 있는 대류층에서 발생한다.

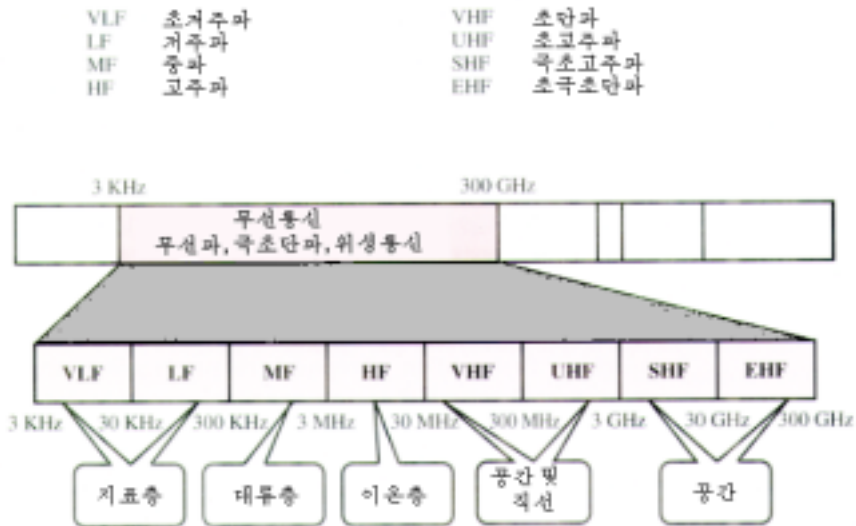



그림 7-21. 무선통신띠

그림 7-22. 전파의 형태

이온층은 대류층우와 공간층아래의 대기층이다. 보통 그것을 대기층이라고 하지 않으며 그 층은 전기적으로 대전된 자유립자들을 포함하고 있다고 본다(따라서 그 이름으로 불리운다.).

지표층전파 지표층전파에서 무선파는 지표와 밀착된 대기층부분을 통하여 전파된다. 저주파신호는 송신안테나로부터 모든 방향으로 방출되는데 행성의 곡면을 따라 간다. 전파거리는 신호출력크기에 의존한다. 출력이 클수록 더 먼거리를 전파한다. 지표층전파는 바다물에서도 일어 날수 있다.

대류층전파 대류층전파는 두 방향으로 된다. 신호가 한 안테나로부터 다른 안테나까지 직선으로 유도되거나 대류층의 웃층에서 어떤 각으로 지구표면까지 아래로 반사되여 전파될수 있다. 첫 방법은 안테나의 높이가 지구의 곡률에 의하여 제한되기때문에 수신기와 송신기의 배치가 직선거리안에 있을것을 요구한다. 두번째 방법은 먼거리도 가능하게 한다.

이온층전파 이온층전파에서 고주파는 이온층 웃층에서 지구까지 반사될수 있게 방출된다.

대류층과 이온층사이의 밀도차는 매 무선파의 속도가 높아 지게 하고 방향을 바꾸게 한다.전송의 이 형태는 낮은 출력을 가지고도 보다 먼거리를 전송할수 있게 한다.

직선전파 직선전파에서는 고주파신호가 안테나로부터 안테나까지 직접 직선으로 전송된다. 안테나는 서로 마주 향하는 방향이여야 하며 지구의 굴곡에 의한 영향을 받지 말아야 하거나 충분히 높아야 한다. 직선전파방법은 무선전송을 완전하게 집초되게 할수 없기때문에 힘들다. 파들은 정방향, 우, 아래방향으로 방출되며 대기층부분 혹은 지구의 표면에서 반사된다. 직접전송보다 늦게 수신안테나에 이른 반사된 파들은 수신신호를 이지러 뜨린다.

공간층전파 공간층전파는 대기층굴절의 위치에서 위성중계를 리용한다. 반송신호는 위성궤도에서 수신되며 지구우의 의도하는 수신기에 신호를 다시 방출한다. 위성전송은 호상매체(위성)를 가진 직선전송이다. 지구로부터 위성까지 거리가 있기때문에 위성은 고리득안테나로 되고 신호전송포괄범위를 결정적으로 증가시킨다.

특정한 신호의 전파

무선전파에서 사용된 전파형태는 신호의 주파수에 의존한다. 매 주파수는 대기층의 특징과 대응되고 그 층에 적합한 기술로 가장 효률 높게 송신되고 수신된다.

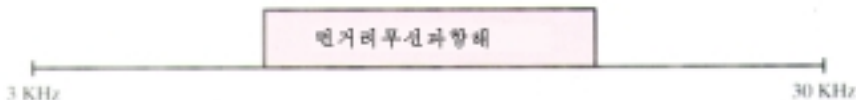



그림 7−23. VLF에 대한 주파수대역

VLF 초저주파(VLF)는 보통은 공기를 통해서와 때때로 바다물을 통해서 표면파로

전파한다. VLF파는 전송에서 큰 감쇠를 받지 않으나 낮은 고도에서 활동적인 대기잡음(열과 전기)의 높은 준위에는 민감하다. VLF파는 무선항해와 잠수함통신의 경우에 많이 리용된다(그림 7-23을 참고).

LF VLF와 류사한 저주파(LF)들은 지표층파로 전파한다. LF파는 무선항해와 무선등대 혹은 항해레이다에서 사용한다(그림 7-24를 참고). 감쇠는 자연적장애물증가에 따라 파의 흡수가 있어서 낮에는 커진다.

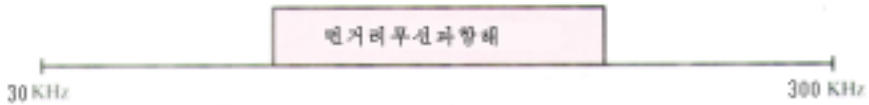



그림 7-24. LF파의 주파수대역

MF 중파(MF)신호는 대류층에서 전파한다. 이 주파수들은 이온층에서 흡수된다. 그것들이 전파할수 있는 거리는 이온층에 들어 오지 않고 대류층안에서 신호를 반사시키는데 요구되는 각도에 의하여 제한된다. 흡수는 낮에 증가하나 대다수 MF층은 조종할수 있는 직선안테나에 기초하며 대기층문제는 모두 피해 진다. MF전송의 리용에는 흐려짐(RDF), 비상통신주파수를 포함한다(그림 7-25를 참고).

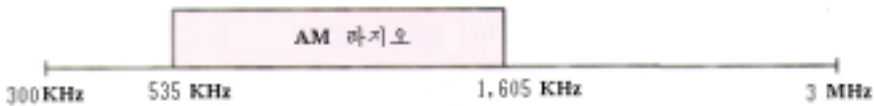



그림 7-25. MF경우의 주파수대역

HF 고주파(HF)신호들은 이온층전파를 리용한다. 이 신호들은 이온층으로 전파되며 여기서의 밀도차에 의하여 지구까지 반대로 반사된다. HF신호는 아마츄어무선파, 주민용대역무선파, 국제방송, 군사통신, 장거리비행과 선박통신, 전화, 전신, 팍스에서 리용한다(그림 7-26을 참고).

그림 7-26. HF경우의 주파수대역

VHF 초단파(VHF)는 직선파전파이다. VHF는 VHF텔레비존, FM라지오, 비행AM라지오, 비행항해에서 리용한다(그림 7-27을 참고).

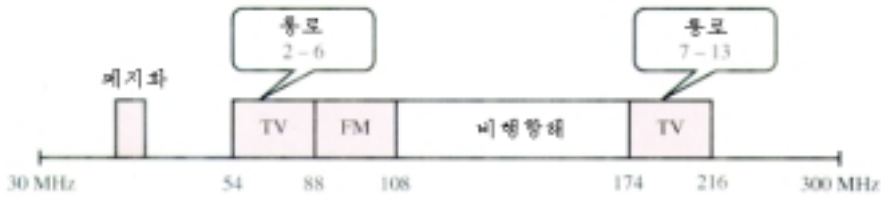



그림 7−27. VHF경우의 주파수대역

UHF 초고주파(UHF)는 항상 직선전파를 리용한다. UHF는 VHF텔레비죤, 이동전화, 셀방식무선, 미크로파련결고리에서 리용한다(그림 7−28을 참고). 미크로파통신이 VHF대역의 1GHZ에서 시작하여 SHF와 EHF대역으로 계속된다는것을 주목해야 한다.

그림 7−28. UHF경우의 주파수대역

SHF 극초고주파(SHF)는 거의 직선송신을 리용하여 전송한다. SHF는 지구와 위성미크로파, 레이다통신에서 리용한다(그림 7−29를 참고).

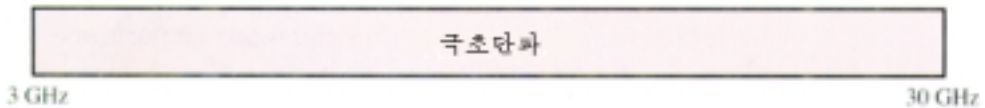



그림 7−29. SHF경우의 주파수대역

EHF 초극초단파(EHF)는 공간전파를 리용한다. EHF에 대한 리용은 첨단과학이며 레이다, 위성, 실험적통신을 포함한다(그림 7−30을 참고).

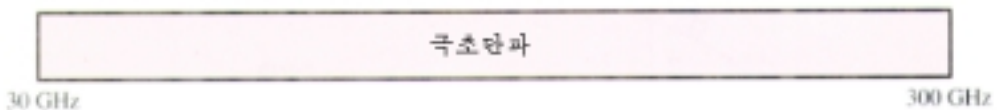



그림 7−30. EHF경우의 주파수대역

지상극초단파

극초단파는 지구의 곡면을 따라 전파되지 않기때문에 직접 송수신설비가 필요하다. 직선신호가 이를수 있는 거리는 안테나의 높이에 결정적으로 의존한다. 높은 안테나일수록 직선거리는 길다. 높은 안테나란 신호가 지구곡면에 정지되지 않고 더 멀리 전파될수 있고 전송을 막을수 있는 야산들과 높은 건물들과 같은 표면장애를 받지 않는 경우이다. 보통 안테나들은 언덕이나 산 같은데 세우거나 탑우에 설치한다.

극초단파신호들은 한번에 한 방향으로만 전파되며 이것은 전화대화와 같은 두 방향통신의 경우에는 두 주파수를 필요로 한다.한 주파수는 한 방향에서 극초단파전송을 리용하고 다른 주파수는 다른 방향에서 전송한다. 매 주파수는 자기의 송수신기를 리용한다. 현재는 이 두 장치가 송수신기라고 부르는 단일설비소편에 결합되여 있으며 그것은 하나의 안테나로 송신주파수와 수신주파수 신호에 대한 송신기능과 수신기능을 함께 수행하게 하였다.

중계기

지상극초단파에 의하여 봉사받는 거리를 늘이기 위하여 중계기체계는 두개의 안테나를 설치할수 있다. 한 안테나가 수신한 신호는 송신될 형태로 변화된후 다음 안테나로 중계될수 있다(그림 7-31을 참고). 중계기들사이에 요구되는 거리, 신호주파수는 안테나가 설치된 설비에 따라 다르다. 중계기는 그 체계에 따라 원래주파수를 전파시킬수도 있고 다른 주파수로 바꾸어 전파시킬수도 있다.

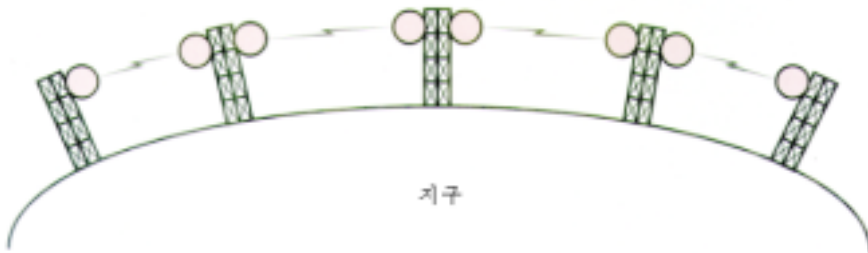



그림 7-31. 지상극초단파

중계기에 의한 지상극초단파는 세계적으로 가장 현대적인 전화체계에 대한 기초를 보장한다.

안테나

지상초단파통신에는 두가지 형태 즉 나팔형과 포물형안테나가 리용된다.

포물형안테나는 포물선의 기하학적모형에 기초하고 있는데 대칭축(광축)에 평행인 모든 선들이 곡면에서 반사되여 초점이라고 부르는 하나의 공통점에서 교차된다(그림 7-

32를 참고). 팔매선면은 넓은 면적의 파들을 모아서 하나의 공통점에 집초시키는 깔대기와 같이 동작한다. 이렇게 함으로써 단일-점수신기보다 더 많은 신호를 재생할수 있다.

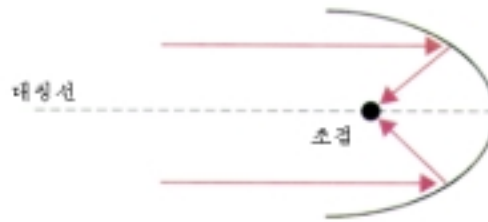



그림 7-32. 포물형안테나

송신될 전파는 포물면을 묘준한 나팔을 통하여 나간다. 초단파는 포물면에 맞고 수신경로와 반대로 꺾이여 나간다.

나팔안테나는 큰 숟가락처럼 생겼다. 송신될 파는 중심관(손잡이처럼 생긴)을 따라 평행묶음으로 정돈되여 밖으로 꺾이여 나간다(그림 7-33을 참고). 수신된 파는 포물형안테나에서와 같은 방법으로 나팔의 숟가락모양에 의하여 집초되여 중심관으로 꺾이여 들어 간다.

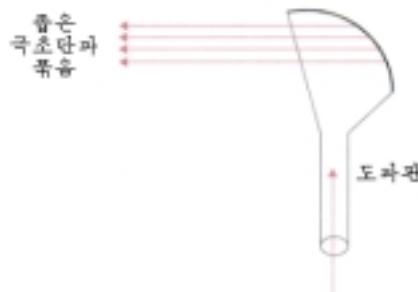



그림 7-33. 나팔형안테나

위성통신

위성통신은 정류소들중의 하나가 지구궤도를 도는 위성인 직선극초단파 전송을 리용하는 통신이다. 그 원리는 지상극초단파와 같은데 위성이 아주 높은 안테나로도, 중계기로도 동작한다(그림 7-34를 참고).

이런 식으로 위성은 단 한번의 반사로 대륙과 대양을 넘어 극초단파신호를 중계한다. 위성통신에서도 신호는 직선으로 나가지만 지구곡면에 의하여 생겼던 거리에 대한 제한은 감소된다. 위성극초단파는 지구의 어느 위치에서나 거리에 관계없이 송신할 가능성을 준다. 이 유리한 조건은 세계적으로 발전되지 못한 지역들에서 룩지기지에 방대한 투자를 하지 않고도 고품질통신을 할수 있게 한다. 물론 위성 그자체는 대단히 값 비싼것이지만 매 사람에게 차례지는 시간이나 주파수에 대한 비용은 상대적으로 값 눅을수 있다.

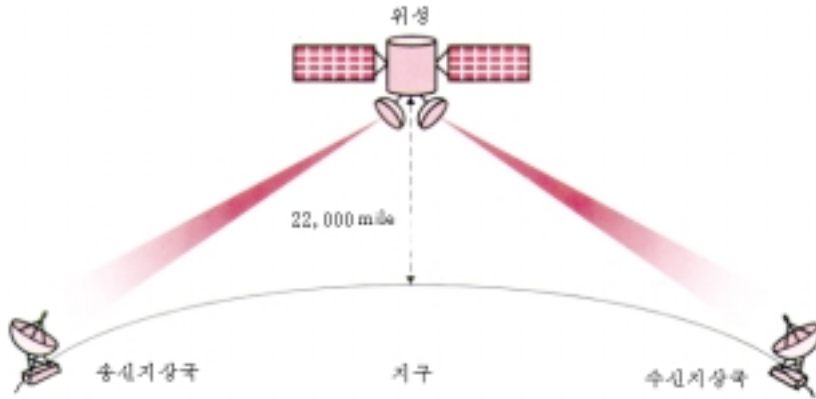



그림 7-34. 위성통신

정지위성

직선전송은 송신 및 수신안테나들의 위치가 서로 늘 맞물려 있을것을 요구한다(한 안테나는 다른 안테나를 볼수 있어야 한다.). 이런 리유로 하여 지구의 제돌이보다 빠르거나 늦은 위성은 짧은 시간동안만 쓸모 있게 된다(멎어 있는 시계가 하루에 꼭 두번만 맞는것처럼). 지속적인 통신을 보장하려면 위성이 일정한 지역우에 고정되여 있는것처럼 보이도록 지구와 꼭 같은 속도로 움직여야 한다. 이런 위성들을 정지위성이라고 부른다.

위성의 궤도속도는 평면으로부터 거리에 의존하기때문에 오직 하나의 궤도만이 정지될수 있다. 이 궤도는 적도에 놓이는데 지구의 표면으로부터 거의 22,000mile정도 떨어져 있다. 그런데 한 정지위성이 지구전체를 다 포괄할수는 없다. 정지궤도에 있는 한개의 위성은 방대한 분국을 포함하는 직선대역을 가지지만 지구의 곡면때문에 많은 부분이 시야밖에 놓이게 된다. 전 지구적인 송신을 보장하자면 정지궤도에 적어도 세개의 위성이 서로 같은 거리에 떨어 져 있어야 한다. 그림 7-35는 적도주위의 정지궤도위성을 보여준다. 이 그림은 북극에서 본것이다.

그림 7-35. 정지궤도에 있는 위성들

위성통신을 위한 주파수대역

위성극초단파대역에 쓰이는 주파수들은 기가헤르쯔(GHz)대역에 있다. 매개 위성은 서로 다른 두 대역으로 송신하고 수신한다. 지구에서 위성에로의 송신을 올리회선이라고

부른다. 위성에서 지구에로의 송신을 내리회선이라고 부른다. 표 7-2에 매 대역의 이름과 주파수를 주었다.

표 7-2　　　　　위성주파수대역

대역	내리회선	올리회선
C	3.7 － 4.2 GHz	5.925 － 6.425 GHz
Ku	11.7 － 12.2 GHz	14 － 14.5 GHz
Ka	17.7 － 21 GHz	27.5 － 31 GHz

셀방식전화

셀방식전화는 두 이동체사이 혹은 이동체와 정지단(륙지)사이에 안전한 통신을 보장할수 있게 설계되였다. 봉사자는 셀을 지적하고 추적할수 있어야 하며 그 셀에 통로를 할당하고 그 셀이 한 통로대역으로부터 다른 통로대역으로 벗어 날 때에는 다른 통로로 신호를 전달할수 있어야 한다.

이 추적을 가능하게 하기 위하여 셀이라고 부르는 작은 구역으로 매 셀방식봉사지역을 나누었다. 매개 셀은 안테나를 가지고 있으며 셀국이라고 부르는 작은 분국으로 조종된다. 매 셀국은 이동전화교환국(MTSO)이라고 부르는 교환국에 의하여 차례로 조종된다(그림 7-36을 참고).

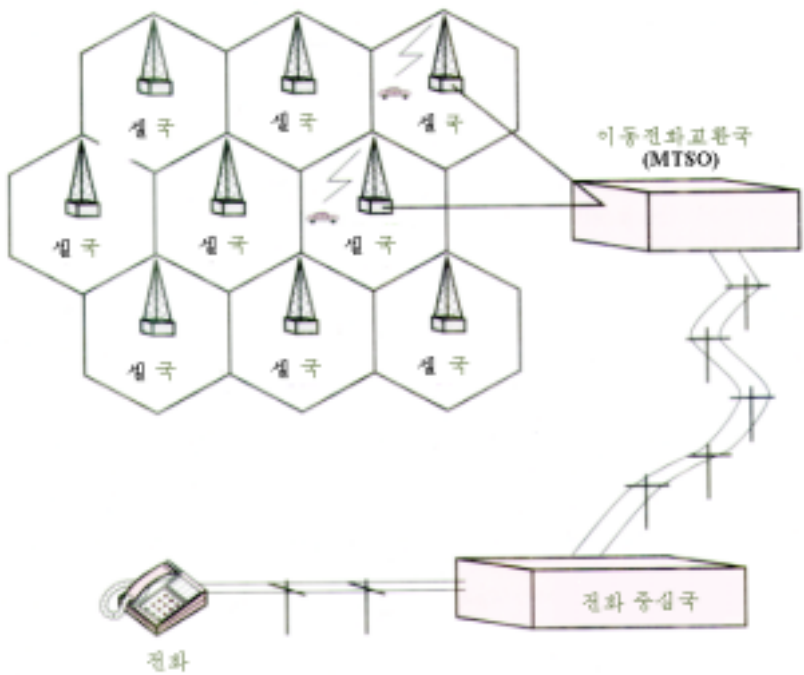



그림 7-36. 셀방식체계

셀규모는 고정되지 않았으며 그 지역인구수에 따라 증가 혹은 감소될수 있다. 한개 셀의 규격반경은 1~12mile이다. 인구밀도가 높은 지역은 통과요구를 충족시키기 위하여 작은 지역셀들을 많이 요구한다. 일단 결정되면 셀규모는 린접 셀신호들과 간섭하지 않도록 최적화한다. 매셀의 전송출력은 서로 간섭하지 않도록 낮게 유지한다.

셀방식대역

일반 셀방식전송과 비슷하다. 잡음을 최소화하기 위하여 이동전화와 셀국사이에 주파수변조가 리용되였다. FCC는 셀에 두 대역을 할당하였다(그림 7-37을 참고). 824와 849MHz사이대역은 이동전화의 통신에 리용한다. 869와 894MHz사이에 대역은 정지전화에서 통신에 리용한다. 반송주파수는 30kHz만큼씩 떨어 져 있으며 매 대역은 833개 반송파를 지원한다. 그런데 전2중통신에서는 두개의 반송주파수가 요구되므로 매 통로의 폭이 2배로 되여 60kHz로 되기때문에 매 대역에 416통로만 가능하다. 그러므로 매 대역은 416개 FM통로(총 832통로)로 분할된다. 물론 일부통로는 음성통신이 아니라 자료를 전송하는데 리용된다. 이외에도 간섭을 막기 위하여 린접한 셀들이 같은 통로를 리용하지 않도록 하므로 매셀에 포함되는 통로는 400개 정도이다.

그림 7-37. 셀대역들

송신

이동전화로부터 어떤 송신을 진행하기 위하여 호출자는 7~10자리의 부호를 넣고 송신단추를 누른다. 이동전화는 설정통로를 찾기 위하여 강한 신호를 가지고 대역을 조사하며 그 통로를 리용하는 제일 가까운 셀분국에 자료(전화번호)를 보낸다. MTSO는 전화분국에 그 자료를 보낸다. 호출된 측이 응답가능하면 결선이 이루어 지고 결과는 다시 MTSO에 보내진다. 이때 MTSO는 사용되지 않는 음성통로를 호출자에게 할당하고 결선을 완성한다. 이동전화는 자동적으로 새 통로에 주파수를 맞춘다. 그러면 음성통화가 진행될수 있다.

수신

정지전화가 이동전화에 대한 호출을 진행할 때 전화국은 번호를 MTSO에 보낸다.. MTSO는 페지화라고 부르는 과정에 따라 매개 셀에 질문신호를 보내여 이동전화의 위치를 탐색한다. 그 이동전화가 나타나면 MTSO는 호출신호를 보내고 그 이동전화가 응답하면 한 음성통로를 호출기에 배당하여 음성통신이 시작되게 한다.

셀간통신

대화기간에 이동전화가 한 셀로부터 다른 셀로 움직이는 경우가 있을수 있다. 이때

에는 신호가 약해 진다. 이 문제를 해결하기 위하여 MTSO는 수초마다 신호의 준위를 조절한다. 신호의 세기가 약해 지면 MTSO는 통신을 더 좋게 보장할수 있는 새로운 셀을 찾는다. 그다음 MTSO는 현재의 호출에 응할수 있게 통로를 변화시킨다(낡은 통로부터 새로운 통로에로 신호를 절환한다.). 절환은 아주 유연하게 진행되여 대체로 사용자에게는 알려 지지 않는다.

수자화

상사셀봉사는 상사회선교환셀방식(ACSC)이라고 부르는 규격에 기초하고 있다. ACSC를 리용하여 수자자료를 보내려면 9,600~19,200bps까지의 속도를 가지는 모뎀이 필요하다.

1993년이후 일부 봉사제공자들은 셀방식수자파케트자료(CDPD)라고 부르는 규격셀방식자료로 이행하여 왔다. CDPD는 현재의 셀방식으로 저속수자봉사를 지원한다. CDPD는 OSI모형에 기초하고 있다.

5K교환봉사와 같은 현재의 수자봉사망을 리용하기 위해서 CDPD는 **trisector**라고 부르는것을 리용한다. **trisector**는 매개가 19.2Kbps를 리용하는 세개의 셀의 결합이다. 그것은 총 57.6Kbps를 가진다. 이 형식을 리용하여 어느 한 나라에서는 12,000개의 **trisecto**r로 나누었다. 매 60개의 **trisector**에 하나의 경로조종기가 있다.

위성과 개인용콤퓨터와의 결합

셀방식전화는 현재의 체계를 위성통신체계와 통합하는 방향으로 급속히 발전하고 있다. 이 통합은 지구상의 임의의 두 지점사이의 이동통신을 가능하게 만들것이다. 다른 하나의 목적은 사람들이 작고 다루기 쉬운 개인용콤퓨터를 리용하여 자료, 음성, 화상, 비데오를 보낼수 있도록 개인이동통신이라고 부르는 구상에 따라 셀방식전화망과 개인용콤퓨터통신망을 결합하는것이다.

7. 3. 전송손실

전송매체는 완전결함이 없는것은 아니다. 결함은 매체를 통하여 보낸 신호에서 손상을 가져 온다. 이것은 매체의 시작과 끝에서 신호가 갈지 않다는것을 의미한다. 보낸것이 수신된것과 갈지 않다. 이 형태의 손상은 감쇠, 이지러짐, 잡음 등과 같은 단순한 원인에 의하여 생긴다(그림 7-38을 참고).

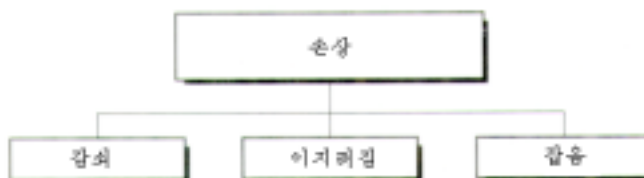



그림 7-38. 손상형태들

감쇠

감쇠는 에네르기의 손실을 의미한다. 간단한것이든 복잡한것이든 신호가 매체를 통하여 전송될 때 신호는 매체의 저항을 극복하는 과정에 자기의 에네르기일부를 잃는다. 그리하여 일정한 시간이 지나서 전기적신호를 나르는 도선이 뜨겁지는 않아도 따뜻해 진다. 신호중에서 일부 전기적에네르기는 열로 바뀌운다. 이 손실을 보상하기 위하여 증폭기는 신호를 증폭하여야 한다. 그림 7−39는 감쇠와 증폭효과을 보여 준다.

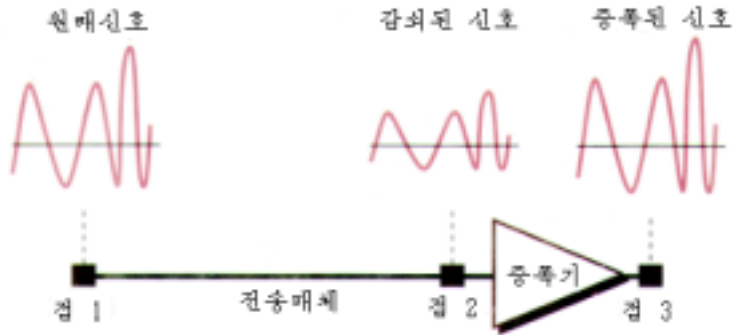



그림 7−39. 감쇠

데시벨

신호가 손실되고 세기를 증폭하는것을 보여 주기 위하여 기술자들은 데시벨이란 개념을 리용한다. 데시벨(dB)은 서로 다른 두 점들 혹은 두 신호들의 상대적세기를 평가하는것이다. dB은 신호가 감쇠되면 부로 되고 증폭되면 정으로 된다는것을 주목해야 한다.

$$dB=10\log_{10}(P_2/P_1)$$

여기서 P_1과 P_2는 점 1과 점 2에서 신호의 전력이다.

실례 7.1

신호가 전송매체를 통하여 전송될 때 그것의 절반으로 감소되였다고 하자. 이것은 $P_2=\left(\frac{1}{2}\right)P_1$을 의미한다. 이 경우에 감쇠(전력의 손실)는

$$10\log_{10}(P_2/P_1)=10\log_{10}(0.5P_1/P_1)=10\log_{10}(0.5)=10(-0.3)=-3dB$$

이미 −3dB 혹은 3dB의 손실은 전력을 절반 잃었다는것과 같다는것을 알고 있다.

실례 7.2

신호가 증폭기를 통하여 전송되고 그것의 전력이 10배로 증가되였다고 하자. 이것은 $P_2=10\times P_1$임을 의미한다. 이 경우에

$$10\log_{10}(P_2/P_1)=10\log_{10}(10P_1/P_1)=10\log_{10}(10)=10(1)=10dB$$

실례 7.3

신호의 세기에서의 변화를 측정하기 위하여 데시벨을 리용하는 리유중의 하나는 두 점만이 아니고 여러 점에 대하여 이야기할 때 데시벨수자들이 합해 지기때문이다. 그림 7−40에서 신호는 점 1로부터 점 4까지 긴 거리를 전송한다. 그 신호는 점 2에 이를 때 감소된다. 점 2와 3사이에서는 증폭된다. 다시 점 3과 4사이에서 감쇠된다. 점들의 매 모임사이에서 dB크기를 합하는것으로 신호에 대한 결과로써 dB를 구할수 있다.

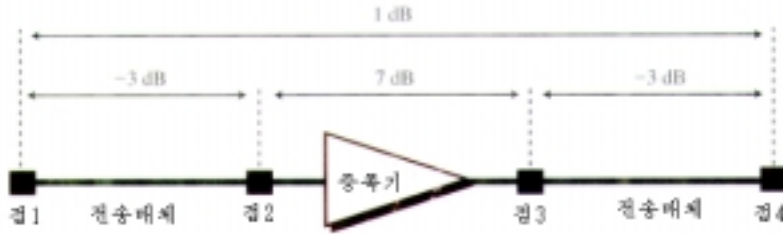



그림 7−40. 실례 7.3

이 경우에 데시벨은

$$dB = -3 + 7 - 3 = +1$$

로써 계산할수 있다. 이것은 신호의 전력이 증폭되였다는것을 의미한다.

이지러짐

이지러짐이란 신호의 형태 혹은 모양이 변화되였다는것을 의미한다. 이지러짐은 각이한 주파수로 구성된 합성신호에서 생긴다. 매 신호성분은 매체를 통하는 그자체의 전파속도를 가지며 따라서 마지막목적지에 도착할 때 자체지연을 가진다.

그림 7−41은 합성신호에 대한 이지러짐영향을 보여 준다.

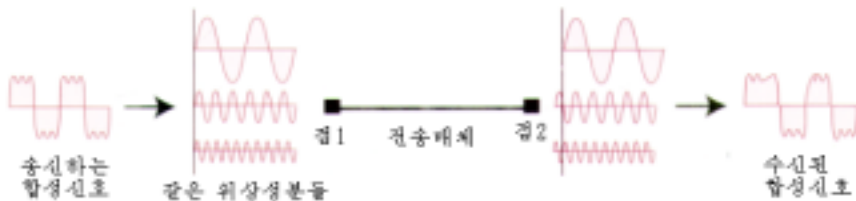



그림 7−41. 이지러짐

잡음

잡음은 다른 문제이다. 열잡음, 유도잡음, 말새기, 임풀스잡음과 같은 잡음의 여러가지 형태들이 신호를 이지러뜨릴수 있다. 열잡음은 송신기가 처음 보내지 않았던 추가적인 신호를 만드는 도선에서 전자들의 우연운동이다. 유도잡음은 전동기와 가정용설비들과 같은 원천들로부터 유도된다. 이 장치들은 송신안테나처럼 동작하고 전송매체는 수신안

테나처럼 동작한다. 말새기는 한 도선이 다른 도선에 대한 영향이다. 한 도선이 송신안테나로 동작할 때 다른것은 수신안테나로 동작한다. 임풀스잡음은 동력선, 번개로부터 유도되는 스파이크이다(짧은 시간동안에 높은 에네르기를 가진 신호, 그림 7-42 참고).

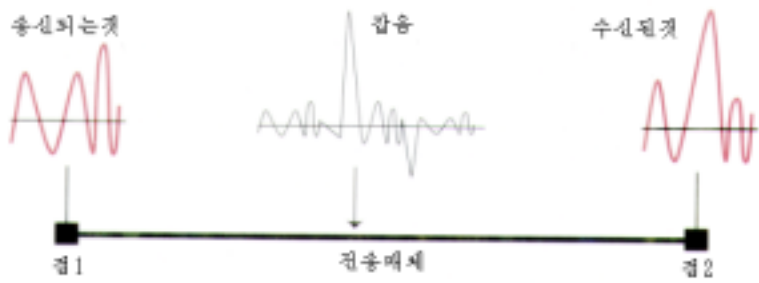



그림 7-42. 잡음

7. 4. 성 능

전송매체는 자료가 전송되는 길이다. 전송매체의 성능을 정량화하기 위하여 세가지 개념을 리용할수 있다. 처리능력, 전파속도, 전파시간.

처리능력

처리능력은 자료가 한 점을 얼마나 빨리 통과하는가 하는 크기이다. 다른 말로 만일 전송매체에서 한 점을 비트가 지나가는 벽으로써 고찰한다면 처리능력은 1s동안에 이 벽을 통과할수 있는 비트개수이다. 그림 7-43은 그 개념을 보여 준다.

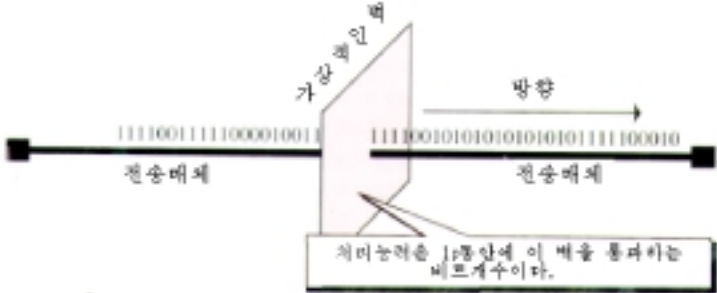



그림 7-43. 처리능력

전파속도

전파속도는 1s동안에 신호 혹은 비트가 매체를 통하여 지나갈수 있는 거리를 잰것이다. 전자기신호의 전파속도는 매체와 신호의 주파수에 의존한다. 실례로 진공속에서 빛은 3×10^8m/s의 속도를 가지고 전파된다. 그것은 꼬임쌍선에서도 거의 같다. 그러나 동축과

빛섬유케블에서 그 속도는 MHz부터 GHz대역의 주파수인 경우에 2×10^8m/s이다.

전파시간

전파시간은 신호가 전송매체의 한 점으로부터 다른 점까지 전송하는데 걸린 시간이다. 전파시간은 전파속도로 거리를 나눈것이다.

전파시간=거리/전파속도

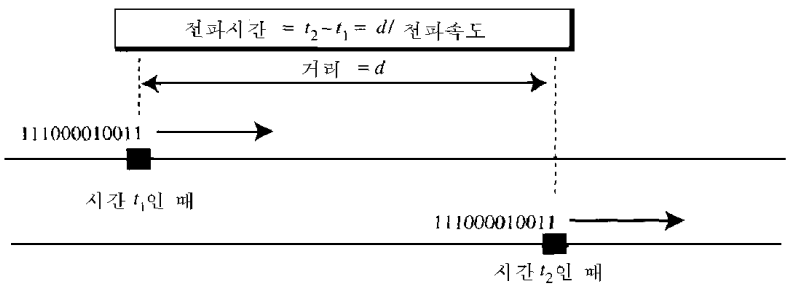



그림 7−44. 전파시간

그림 7−44는 이것을 보여 주었다.

전파시간은 보통 키로메터로 규격화한다. 실례로 키로메터로 규격화된 꼬임쌍선인 경우에 전파시간은

전파시간=1,000m/(3×10^8m/s)=3.33×10^{-6}s/m =3.33μs/km

동축 혹은 빛섬유케블의 경우에 그것은 보통

전파시간=1,000m/(2×10^8m/s)=5×10^{-6}s/m =5μs/km

7. 5. 파 장

파장은 전송매체를 통하여 지나는 신호의 다른 특성이다. 파장은 단순시누스파의 주기 혹은 주파수를 매체의 전파속도에 속박시킨다. 즉 신호의 주파수는 매체와 독립인데 파장은 주파수와 매체에 의존된다. 비록 파장이 전기신호와 관련될수 있어도 빛섬유에서 빛의 전파에 대하여 이야기할 때 파장을 리용하는것이 관례이다. 파장은 단일신호가 한 주기동안에 전파될수 있는 거리이다(그림 7−45를 참고).

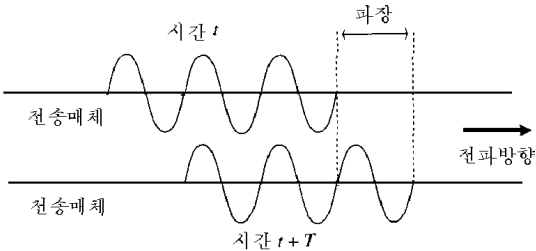



그림 7−45. 파장

파장은 신호의 전파속도와 주기가 주어 지면 계산할수 있다.

파장= 전파속도×주기

그러나 주기와 주파수가 련관되였기때문에

파장=전파속도×(1/주파수)=전파속도/주파수

만일 파장을 λ ,전파속도를 c, 주파수를 f로 표시하면

$$\lambda=c/f$$

를 얻는다.

파장은 보통 메터대신에 미크로메터로 표시된다. 실례로 공기속에서 붉은색파장은

$$\lambda=c/f =(3\times10^{8})/(4\times10^{-14})=0.75\times10^{-6}\text{m}=0.75\mu\text{m}$$

동축 혹은 빛섬유케블인 경우에 파장은 낮은데(0.5μm) 그것은 전파속도가 공기보다 작기때문이다.

7. 6. 샤농용량

흔히 통로의 최대자료속도에 관심을 가진다. 1994년 Claude Shannon은 한 통로에서 리론적으로 제일 높은 자료속도를 결정할수 있는 공식을 유도하였다.

$$C=B\ \log_2(1+S/N)$$

이 공식에서 B는 통로의 통과대역이고 S/N은 잡음에 대한 신호의 비이고 C는 bps에서 통로의 용량(샤농용량이라고 부른다.)이다.

실례 7.4

신호대잡음비값이 거의 령인 극히 잡음성인 통로를 고찰하자. 즉 잡음은 신호가 희미하도록 그렇게 강하다. 이 통로의 경우에 용량은

$$C=B\ \log_2(1+S/N)= B\ \log_2(1+0)=B\log_2(1)=B\times0=0$$

이것은 이 통로의 용량이 통과대역에 관계없이 령이라는것이다. 즉 이 통로를 통하여 그 어떤 자료도 보낼수 없다.

실례 7.5

보통 전화회선의 리론적최대비트속도를 계산할수 있다. 전화회선은 보통은 3,000Hz (300Hz부터 3,300Hz까지)의 통과대역을 가진다. 신호대잡음비는 보통 3,162 (35dB)이다. 이 통로의 경우에 용량은

$$C=B\ \log_2(1+S/N) =3{,}000\ \log_2(1+3{,}162)=3{,}000\ \log_2(3{,}163)=$$
$$=(3{,}000\times11.62)=34.860\text{bps}$$

이것은 전화회선의 경우에 최고비트속도는 34,860Kbps이라는것을 의미한다. 만일 이보다 더 빠른 자료를 보내고 싶을 때는 회선의 통과대역을 증가시키거나 신호대잡음비를 증가시켜야 한다.

7. 7. 매체비교

특정한 응용에 특정매체의 적합성을 평가할 때 매체는 다섯가지 인자를 중시하여야 한다. 즉 비용, 속도, 감쇠, 전자기간섭, 보안.

- **비용** 이것은 물질의 비용에 설치비용을 합한것이다.
- **속도** 속도는 매체가 믿음성 있게 전송할수 있는 초당 최대 비트수이다. 다른 인자들가운데서 속도는 주파수(높은 주파수는 초당 더 많은 비트들 전송할수 있다.), 매체와 전송설비의 물리적크기, 전도체의 상태에 따라서 변한다.
- **감쇠** 앞에서 론의한것처럼 감쇠는 전자기신호가 거리에 따라서 약해 지거나 이지러 지게 되는 경향이다. 전송시간사이에 신호의 에네르기는 매체 그자체에 의하여 흡수되거나 흘어 질수 있다. 실례로 도선의 저항은 신호로부터 에네르기를 흡수하며 열의 형태로 그것을 방출한다.
- **전자기간섭(EMI)** 전자기간섭(EMI)은 회선에 우연히 끼여 든 외부적전자기에네르기에 대한 민감성인데 신호의 명료성에 간섭한다. EMI계렬영향은 정적인것(가청)과 눈잡음(시각)이다.
- **보안** 이것은 도청하는것에 대한 보호이다. 회선에서 승인되지 않은 장치가 듣는것이 얼마나 쉬운가? 무선방송, 비차폐꼬임쌍선케블과 같은 일부 매체들은 쉽게 가로챌수 있다. 한편 빛섬유케블은 보다 안전하다.

표 7-3은 우에서 렬거한 식들에 기초하여 여러가지 매체들을 비교하였다.

표 7-3 우에서 서술된 질에 기초한 여러 매체들의 비교

매 체	비 용	속 도	감 쇠	*EMI*	보안성
UTP	낮다	1–100 Mbps	높다	높다	낮다
STP	중간	1–150 Mbps	높다	중간	낮다
Coax	중간	1 Mbps–1 Gbps	중간	중간	낮다
Optical fiber	높다	10 Mbps–2 Gbps	낮다	낮다	높다
Radio	중간	1–10 Mbps	낮다 -높다	높다	낮다
Microwave	높다	1 Mbps–10 Gbps	가변	높다	중간
Satellite	높다	1 Mbps–10 Gbps	가변	높다	중간
Cellular	높다	9.6–19.2 Kbps	낮다	중간	낮다

7. 8. 실마리어

감쇠
고주파
공간전파
굴절
굴절각
극초단파(LF)
극초단파전송
나팔안테나
내리회선
다중방식경사굴절률섬유
다중방식계단굴절률섬유
단일방식섬유
동축케블
대류층
대류층전파
데시벨(dB)
림계각
레이자
말새기
무선파
반사
반사각
비차페꼬임쌍선(UTP)
비안내매체
빛방출2극소자(LED)
빛섬유
셀방식위상구조
쉐논용량
잡음
저주파
적외선
전송매체
전자기스펙트르
전자기적간섭(EMI)
전파속도
전파시간
정지궤도
중파
직선전파
차페꼬임쌍선(STP)
처리능력
초고주파(UHF)
초극초단파 EHF
파장
포물면안테나
피복재
꼬임쌍선
안내매체
올리회선
이동전화교환국(MTSO)
이지러짐
이온층
이온층전파
입사각

7. 9. 요 약

- 신호들은 송신기로부터 수신기까지 통로를 통하여 전송된다. 매체라고 부르는 이 통로는 안내 혹은 비안내매체일수 있다.
- 안내매체는 물리적경계안에 놓이며 한편 비안내매체는 무한하다.
- 안내매체의 가장 일반적인 형태들은 다음과 같다.
  ㄱ) 꼬임쌍선(금속성)
  ㄴ) 동축케블(금속성)

ㄷ) 빛섬유(유리 혹은 합성수지)

- 꼬임쌍선케블은 함께 꼬여 진 절연된 두 동선으로 구성된다. 꼬임은 매 도선이 거의 같은 잡음환경에 놓이게 한다.
- 차페꼬임쌍선케블은 금속판 혹은 그물모양으로 외피로 둘러 싸여 있는 절연쌍선으로 이루어 진다.
- 동축케블은 다음의 층을 구성한다(중심에서 시작한다.).

ㄱ) 금속막대기모양의 내부도선

ㄴ) 그 도선을 둘러 싸는 절연물

ㄷ) 금속바깥도선(차페)

ㄹ) 차페를 둘러 싸는 절연물

ㅁ) 수지피복

- 꼬임쌍선케블과 동축케블은 전류의 형태로 자료를 전송한다.
- 빛섬유케블은 피복재로 둘러 싸여 진 유리 혹은 합성수지속심과 그 전체를 둘러 싸는 외피로 구성된다.
- 빛섬유케블은 빛형태로 자료신호들을 나른다. 그 신호는 반사에 의하여 내부속심을 따라 전파된다.
- 빛섬유전송은 작은 잡음저항과 감쇠, 높은 통파대역때문에 점차 일반화되여 가고 있다.
- 빛섬유에서 신호전파는 다중방식(빛원천으로부터의 다중빛묶음) 혹은 단일방식(빛원천으로부터 하나의 빛묶음)일수 있다.
- 다중방식계단굴절률전파에서 속심밀도는 고정수이며 빛묶음은 속심과 피복재사이의 대면부에서 급작스럽게 방향을 바꾼다.
- 다중방식경사굴절률전파에서 속심밀도는 중심으로부터 거리에 따라 감소한다. 이것은 빛묶음이 구부러 지게 한다.
- 무선파는 자료를 전송하는데 리용될수 있다. 이 파들을 비안내매체를 리용하며 보통 공기를 통하여 전파된다.
- 전자기스펙트르에 대한 리용분할과 규정은 감시권한하에서 진행된다.
- 무선파전파는 주파수에 의존한다. 다섯가지의 전파형태가 있다.

ㄱ) 표면전파

ㄴ) 대류층전파

ㄷ) 이온층전파

ㄹ) 직선전파

ㅁ) 공간층전파

- VLF파와 LF파는 표면전파를 리용한다. 이 파들은 지구의 표면을 따른다.
- MF파는 송신기로부터 수신기까지 직접 직선전파로든지 반사를 통하여 웃경계가 이온층으로 되는 대류층에서 전파된다.
- HF파는 이온층으로 전파되며 그것들은 대류층에서 수신기까지 거꾸로 반사된다.
- VHF와 UHF파는 직선전파를 리용한다. 송신기와 수신기는 그것들사이에서 명백한 통로를 가져야 한다. 높은 건물들 혹은 산은 직선전파를 못하게 한다.

- VHF, UHF, SHF, EHF파는 공간층으로 전파되고 위성이 수신할수 있다.
- 지상초단파는 자료송신에 직선전파를 리용한다.
- 초단파는 전송할수 있는 거리를 증가시키기 위하여 중계기를 리용한다.
- 초단파의 송신에서는 포물형안테나와 나팔형안테나가 리용된다.
- 위성통신은 정지위성이 신호를 중계하는것을 리용한다.
- 정지궤도는 지구와의 거리가 22.000mile우의 적도면에 위치한다.
- 셀방식전화는 이동통신을 보장한다.
- 셀방식체계는 이동전화, 셀, MTSO전화국으로 구성된다.
- 감쇠, 이지러짐, 잡음은 신호를 이지러뜨릴수 있다.
- 감쇠는 매체의 저항으로 인한 신호에네르기의 손실이다.
- 데시벨은 각이한 두 점에서 두 신호 혹은 신호의 상대적세기를 정량화한것이다.
- 이지러짐은 신호를 구성한 각이한 주파수의 서로 다른 전파속도에 의한신호의 변화이다.
- 잡음은 신호를 이지러뜨리는 외부에네르기이다.
- 처리능력, 전파속도, 전파시간에 의하여 전송매체를 평가할수 있다.
- 파장은 전파속도를 주파수로 나눈것으로 정의한다.
- 쉐논용량은 그 통로에 대한 리론적최대자료속도를 결정하는 공식이다.
- 매체의 적합성을 평가할 때 고려할 다섯가지 인자는 비용, 처리능력, 감쇠, EMI, 보안이다.

7. 10. 련습

복습문제

1. 통신에서는 전자기스펙트르의 어느 부분을 리용하는가?
2. 전송매체의 두가지 중요한 부류를 지적하시오.
3. 안내매체는 비안내매체와 어떻게 차이나는가?
4. 안내매체의 주요클라스는 무엇인가?
5. 비차페꼬임쌍선에 비한 차페꼬임쌍선의 주요 우점은 무엇인가?
6. 동축케블은 꼬임쌍선보다 왜 우월한가?
7. 성긴매체로 빛묶음이 통과할 때 무슨 현상이 일어 나는가?
8. 한 빛묶음이 성긴매체로 전파된다. 다음 매 경우에 그 빛묶음에 어떤 현상이 일어나는가?
   ㄱ) 입사각이 림계각보다 작다.
   ㄴ) 입사각이 림계각과 같다.
   ㄷ) 입사각이 림계각보다 크다.
9. 반사란 무엇인가?
10. 빛통로를 따라서 전파하는 빛방식을 설명하시오.

11. 빛섬유에서 피복재의 사명은 무엇인가? 속심과 관계되는 그것의 밀도를 설명하시오.
12. 꼬임과 동축케블에 비한 빛섬유의 우점을 지적하시오.
13. 전송매체로써의 빛섬유의 결함은 무엇인가?
14. 무선통신을 위한 주파수대역은 얼마인가?
15. 무선파를 전송하는데 무슨 방법이 리용되는가?
16. 지상초단파는 원천부터 목적지까지 어떻게 중계되는가?
17. 왜 통신위성들은 정지궤도에 있는가?
18. 셀방식전화에서 셀간 통신은 어떻게 하는가?
19. 전송손실의 세 형태를 지적하시오.
20. 데시벨은 어떻게 평가하는가?
21. 전송매체를 평가하는데 사용되는 세가지 기준은 무엇인가?
22. 전파속도와 전파시간사이의 관계는 무엇인가?
23. 신호의 파장이란 무엇이며 어떻게 재는가?
24. 쉐논용량은 통신에서 무엇을 하는가?
25. 말새기는 무엇이며 그것을 감소시키기 위하여 무엇이 필요한가를 설명하시오?
26. 빛섬유케블의 구성성분을 그림으로 설명하시오.
27. 빛섬유에서 왜 빛선을 굴절시키지 않고 반사시키는가?
28. 대기권의 층들을 설명하시오. 매층은 무선통신의 어느 형태들을 리용하는가?
29. 이온층전파는 어떻게 진행하는가? 이 전파형태는 무엇을 리용하는가?
30. 지상초단파에서 거리제한이 왜 있는가? 이 제한을 계산하는데 요구되는 인자는 무엇인가?
31. 빛섬유케블에서 원천에서의 빛에네르기가 목적지에서 재생한 빛에네르기와 같을 수 있는가? 전파형식을 고려하여 이것을 설명하시오.

선택문제

32. 전송매체는 보통 _____로써 분류한다.
    ㄱ) 고정 혹은 비고정
    ㄴ) 안내 혹은 비안
    ㄷ) 결정 혹은 비결정
    ㄹ) 금속 혹은 비금속
33. _____케블은 내부의 동속심과 두번째의 피복재, 바깥차페로 구성된다.
    ㄱ) 꼬임쌍선
    ㄴ) 동축케블
    ㄷ) 빛섬유
    ㄹ) 차페꼬임쌍선
34. 빛섬유에서 신호원천은 _____ 파이다.
    ㄱ) 빛

ㄴ) 무선
ㄷ) 적외선
ㄹ) 대단히 낮은 주파수

35. 전자기파의 스펙트르의 제일 낮은 끝쪽에 _____가 있다.
ㄱ) 무선파
ㄴ) 전력 혹은 음성
ㄷ) 자외선
ㄹ) 적외선빛

36. _____는 자료통신에서 리용하는 제일 높은 주파수 전자기파이다.
ㄱ) 가시빛
ㄴ) 우주빛선
ㄷ) 무선파
ㄹ) 감마선

37. 담배연기신호들은 _____을 통하는 통신의 실례이다.
ㄱ) 안내매체
ㄴ) 비안내매체
ㄷ) 굴절매체
ㄹ) 밀도가 작은 혹은 큰 매체

38. 다음의 어느것이 처음으로 안내매체를 사용하였는가?
ㄱ) 셀방식전화통신
ㄴ) 국부전화체계
ㄷ) 위성통신
ㄹ) 무선통신

39. 다음의 어느것이 안내매체가 아닌가?
ㄱ) 꼬임쌍선케블
ㄴ) 동축케블
ㄷ) 빛섬유케블
ㄹ) 대기

40. 많은 고전압장치가 있는 환경에서 제일 좋은 전송매체는 _____이다.
ㄱ) 꼬임쌍선케블
ㄴ) 동축케블
ㄷ) 빛섬유
ㄹ) 대기층

41. 동축케블이 꼬임쌍선보다 잡음의 영향을 적게 받는 중요인자는 무엇인가?
ㄱ) 내부도체
ㄴ) 케블의 직경
ㄷ) 바깥도체
ㄹ) 절연물질

42. RG수는 _____에 대한 정보를 우리에게 준다.

ㄱ) 꼬임쌍선
ㄴ) 동축케블
ㄷ) 빛섬유
ㄹ) 우의 모든것

43. 빛섬유에서 내부속심은 피복재 _____이다.
ㄱ) 보다 밴매질
ㄴ) 보다 성긴매질
ㄷ) 보다 같은 밀도
ㄹ) 우에 대하여 다른 이름

44. 빛섬유의 내부속심의 구성은 _____이다.
ㄱ) 유리 혹은 합성수지
ㄴ) 동
ㄷ) 쌍금속
ㄹ) 액체

45. 빛섬유에서 련결을 할 때 다음의 어느것이 신호이지러짐을 주는가?
ㄱ) 섬유들을 련결시키는 속심이 각이하게 혹은 측면으로 조종불량된것
ㄴ) 사이의 틈을 련결시키는 내부속심들
ㄷ) 련결시키는 내부속심들의 거칠성
ㄹ) 우의 모든것

46. 무선통신주파수들은 _____까지의 대역이다.
ㄱ) 3kHz로부터 300kHz
ㄴ) 3kHz로부터 3GHz
ㄷ) 3kHz로부터 300GHz
ㄹ) 3kHz로부터 3,000GHz

47. 무선통신스펙트르는 _____에 기초한 대역으로 나뉘운다.
ㄱ) 진폭
ㄴ) 주파수
ㄷ) 비용과 하드웨어
ㄹ) 전송매체

48. _____ 전파에서 저주파무선파는 지구에 바싹 붙어 있다.
ㄱ) 표면
ㄴ) 대류
ㄷ) 이온
ㄹ) 공간

49. 무선통신에서 사용된 전파의 형태는 신호의 _____에 강하게 의존한다.
ㄱ) 자료속도
ㄴ) 주파수
ㄷ) 보드속도
ㄹ) 전력

50. VLF전파는 _____에서 생긴다.

ㄱ) 대류

ㄴ) 이온

ㄷ) 공간

ㄹ) 우의 모두

51. 만일 한 위성이 정지궤도에 있다면 그것은 _____에 한 궤도를 완성한다.

ㄱ) 한시간

ㄴ) 24시간

ㄷ) 한달

ㄹ) 1년

52. 만일 한 위성이 정지궤도에 있다면 위성국으로부터 그의 거리는

ㄱ) 상수이다

ㄴ) 하루에도 변한다

ㄷ) 궤도의 반경에 따라 변한다

ㄹ) 우에는 없다

53. 한 빛묶음이 서로 다른 밀도를 가진 두 매체를 통하여 전파될 때 입사각이 림계각보다 크다면 _____ 일어 난다.

ㄱ) 반사

ㄴ) 종결

ㄷ) 입사

ㄹ) 비평

54. 굴절각이 입사각 _____ 때 빛묶음은 밴매체로부터 성긴매체까지 전파된다.

ㄱ) 보다 클

ㄴ) 보다 작을

ㄷ) 과 같을

ㄹ) 우에는 없다

55. 만일 림계각이 50°이고 입사각이 60°이라면 반사각은 _____이다.

ㄱ) 10°

ㄴ) 50°

ㄷ) 60°

ㄹ) 110°

56. 굴절각이 90°이고 입사각이 48°라면 림계각은 ______이다.

ㄱ) 42°

ㄴ) 48°

ㄷ) 90°

ㄹ) 138°

57. 만일 굴절각이 70°이고 입사각이 50°라면 림계각은 ______보다 커야 한다.

ㄱ) 50°

ㄴ) 60°

ㄷ) 70°

ㄹ) 128°

58. _____전파에서 전파된 빛묶음은 거의 수평이며 성긴 속심은 다른 전파방식의 속심과 비교할 때 작은 직경을 가진다.

ㄱ) 다중방식계단굴절률

ㄴ) 다중방식경사굴절률

ㄷ) 다중방식단일굴절률

ㄹ) 단일방식

59. _____는 큰 이지러짐을 받는 전파방식이다.

ㄱ) 다중방식계단굴절률

ㄴ) 다중방식경사굴절률

ㄷ) 다중방식단일굴절률

ㄹ) 단일방식

60. _____ 전파에서 속심은 가변밀도이다.

ㄱ) 다중방식계단굴절률

ㄴ) 다중방식경사굴절률

ㄷ) 다중방식단일굴절률

ㄹ) 단일방식

61. 비안내매체에 대하여 말할 때 보통 우리는 _____에 주의를 돌린다.

ㄱ) 금속성도선

ㄴ) 비금속성도선

ㄷ) 대기

ㄹ) 우에는 없다

62. 도선매체가 아닌 빛섬유는 _____에 크게 저항한다.

ㄱ) 고주파전송

ㄴ) 저주파전송

ㄷ) 전자기간섭

ㄹ) 굴절

63. 셀방식전화에서 봉사지연은 _____라고 부르는 작은 지역으로 나뉘운다.

ㄱ) 셀

ㄴ) 셀국

ㄷ) MTSO들

ㄹ) 중계싸이트

64. 셀의 규모는 무엇으로 결정하는가?

ㄱ) 지역지형

ㄴ) 지역주민수

ㄷ) MTSO들의 수

ㄹ) 우의 모든것

65. MTSO는 _____에 대한 의무가 있다.

ㄱ) 전화국을 가진 셀을 련결한다.
ㄴ) 전송을 위하여 배렬한 통로
ㄷ) 청구기능
ㄹ) 우의 모든것

66. MTSO는 이동전화위치를 탐색한다. 이 경우 _____라고 부른다.
ㄱ) 셀간통신
ㄴ) handon
ㄷ) 페지화
ㄹ) 수신

67. 한 신호가 각이한 두 점들에서 측정된다.
첫 점에서 P_1이고 두번째 점에서 P_2이다. dB은 0이다. 이것은 _____을 의미한다.
ㄱ) P_2는 령이다
ㄴ) P_2는P_1과 같다
ㄷ) P_2는 P_1보다 대단히 크다
ㄹ) P_2는 P_1보다 작다

68. _____은 전송매체의 저항으로 인하여 신호가 세기를 잃는 전송손실의 한 형태이다.
ㄱ) 감쇠
ㄴ) 이지러짐
ㄷ) 잡음
ㄹ) 데시벨

69. _____은 신호를 이루는 매 주파수의 각이한 전파속도로 인하여 신호가 세기를 잃는 전송손실의 한 형태이다.
ㄱ) 감쇠
ㄴ) 이지러짐
ㄷ) 잡음
ㄹ) 데시벨

70. _____은 말새기와 같은 바깥원천이 신호를 이지러 지게 하는 전송손실의 한 형태이다.
ㄱ) 감쇠
ㄴ) 이지러짐
ㄷ) 잡음
ㄹ) 데시벨

71. 전송매체의 성능은 _____으로 평가할수 있다.
ㄱ) 처리능력
ㄴ) 전파속도
ㄷ) 전파시간
ㄹ) 우의 모든것

72. _____는 m/s 혹은 km/s의 단위를 가진다.
   ㄱ) 처리능력
   ㄴ) 전파속도
   ㄷ) 전파시간
   ㄹ) ㄱ) 혹은 ㄷ)

73. _____는 bit/s의 단위이다.
   ㄱ) 처리능력
   ㄴ) 전파속도
   ㄷ) 전파시간
   ㄹ) ㄱ) 혹은 ㄷ)

74. _____는 초의 단위를 가진다.
   ㄱ) 처리능력
   ㄴ) 전파속도
   ㄷ) 전파시간
   ㄹ) ㄱ) 혹은 ㄷ)

75. 전파속도에 전파시간을 곱할 때 _____을 얻는다.
   ㄱ) 처리능력
   ㄴ) 신호의 파장
   ㄷ) 이지러짐
   ㄹ) 신호 혹은 비트가 전송된 거리

76. 전파시간은 거리에 _____ 비례하고 전파속도에 _____ 비례한다.
   ㄱ) 역 : 직접
   ㄴ) 직접 : 역
   ㄷ) 역 : 역
   ㄹ) 직접 : 직접

77. 파장은 전파속도에 _____ 비례하고 주기에 _____ 비례한다.
   ㄱ) 역 : 직접
   ㄴ) 직접 : 역
   ㄷ) 역 : 역
   ㄹ) 직접 : 직접

78. 신호의 파장은 _____에 의존한다.
   ㄱ) 신호의 주파수
   ㄴ) 매체
   ㄷ) 신호의 위상
   ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

79. 공기중의 푸른 빛의 세기는 빛섬유케블의 푸른 빛의 파장 _____.
   ㄱ) 보다 작다
   ㄴ) 보다 크다
   ㄷ) 과 같다

ㄹ) 우에는 없다

80. 주어 진 통로에 대한 자료속도를 계산하는 쉐논공식을 리용하여 $c = b$ 이면 _____.
    ㄱ) 신호는 잡음보다 작다
    ㄴ) 신호는 잡음보다 크다
    ㄷ) 신호는 잡음과 같다
    ㄹ) 충분하지 못한 정보가 질문에 답변할수 있게 주어 졌다

련습문제

81. 빛속도가 186.000mile/s이고 위성이 정지위성에 있을 때 지상국으로부터 행성까지 신호가 전파되는데 얼마나 걸리는가?(최소시간)
82. 빛묶음이 한 매체로부터 성긴 다른 매체로 이동한다. 림계각은 60°이다. 입사각이 아래와 같을 때 두 매체를 통하는 빛의 경로를 그리시오.
    ㄱ) 40°
    ㄴ) 50°
    ㄷ) 60°
    ㄹ) 70°
    ㅁ) 80°
83. 한 신호가 점 A로부터 점 B까지 전파된다. 점 A에서 신호전력은 100W이다. 점 B에서 전력은 90W이다. dB로 감쇠는 얼마인가?
84. 신호의 감쇠는 –10dB이다. 만일 신호가 원래 5W였다면 마지막신호전력은 얼마인가?
85. 신호가 4dB증폭도를 가진 세 직렬련결증폭기를 통하여 지난다. 총 증폭도는 얼마인가? 신호는 얼마나 증폭되였는가?
86. 자료가 5S에 100kbit의 속도로 한 점을 통과한다. 처리능력은 얼마인가?
87. 만일 한 장치와 전송매체사이의 련결에서 처리능력이 5Kbps라면 이 장치의 밖으로 100,000bit를 내보내는데 얼마나 걸리겠는가?
88. 지구와 달사이 거리는 거의 400,000km이다. 빛이 달부터 지구까지 이르는데 얼마의 시간이 걸리겠는가?
89. 태양빛은 지구까지 거의 8s걸린다. 태양과 지구사이의 거리는 얼마인가?
90. 진공에서 적외선의 파장은 얼마인가? 붉은색빛의 파장보다 긴가? 짧은가?
91. 한 신호가 공기속에서 1μm의 파장을 가진다. 5주기동안 파의 앞면이 얼마나 멀리 이동할수 있는가?
92. 빛섬유에서 붉은색의 파장이 0.5μm이다. 만일 빛섬유의 길이가 2,000km라면 섬유의 끝에 파앞면이 이르는데 얼마의 시간이 걸리겠는가?
93. 한 회선이 신호대잡음비가 1,000이고 통과대역이 4,000kHz이다. 이 회선이 제한하는 최대 자료속도는 얼마인가?
94. 전화회선의 성능을 규정한다고 하자(4kHz의 통과대역). 신호가 10V일 때 잡음이 5mv이다. 이 전화회선이 지원하는 최대 자료속도는 얼마인가?

제8장. 다 중 화

두 장치들을 련결하는 회선의 전송용량이 장치들의 전송요구보다 클 때 마치도 큰 수도관으로 한번에 여러 집들에 물을 나르는것처럼 장치들은 그 회선을 공유할수 있다. 다중화는 단일자료회선을 통하여 다중신호들의 동시전송을 보장하는 수법들의 묶음이다. 자료통신과 원격통신사용이 증가함에 따라 통신량도 증가한다. 이 증가를 새 통로가 필요될 때마다 개별적인 회선들을 덧붙이기를 계속하는것으로 조정할수도 있고 혹은 높은 능력의 회선을 설치하여 매체가 다중신호를 나르도록 할수 있다.

7장에서 설명한것처럼 오늘의 기술은 동축케블, 빛섬유, 지상초단파, 위성극초단파와 같은 높은 통과대역매체를 보장하고 있다. 이것들의 개개는 평균 전송신호가 요구하는것보다 훨씬 더 큰 전송량을 가지고 있다. 만일 한 회선의 전송용량이 거기에 련결된 장치들의 전송요구보다 크다면 그 초과용량은 랑비된다. 체계효률은 모든 설비의 능력은 최대로 리용하는것이 중요하다. 따라서 비싼 기술은 회선이 공유될 때만 효과적인것으로 되게 한다.

그림 8-1에서는 네 쌍의 장치를 련결하는 가능한 두가지 방법을 보여 주었다. 그림 8-1 ㄱ)에서 매쌍은 자기 소유의 회선을 가진다. 만일 매 회선의 전체 용량이 리용되지 않는다면 용량중의 일부분은 랑비된다. 그림 8-1 ㄴ)에서는 쌍들사이의 전송이 다중화되였다. 같은 쌍들은 단일회선의 능력을 공유한다.

8.1.N대 1,1대 N

다중화된 체계에서 *n*개의 장치는 한 회선의 용량을 공유한다. 그림 8-1은 다중화된 체계의 기본형식을 보여 준다.

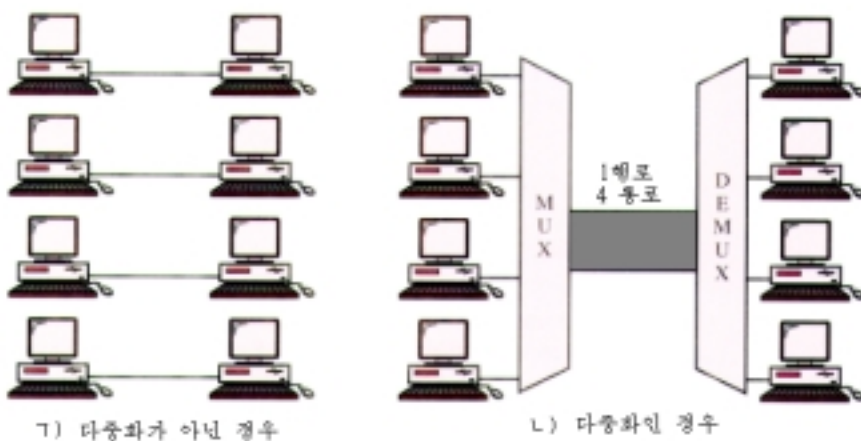



그림 8-1. 다중화와 다중화가 아닌것

왼쪽의 네개 장치는 다중기(MUX)에 전송렬을 보내여 그것을 단일렬로 결합한다. 수신단에서 역다중화기는 전송성분으로 그 렬을 쪼개고 그것을 의도한 수신장치에 보낸다.

그림 8-1 ㄴ)에서 단의 행로는 물리적회선을 이르는 말이다. 술어통로는 장치들의 주어 진 쌍사이의 전송을 나르는 행로의 한 부분으로 간주한다. 한 행로는 많은 (*n*)통로를 가진다.

신호들은 세가지 기본기술을 리용하여 다중화된다. 주파수분할다중기(FDM), 시간분할다중기(TDM), 파장분할다중기(WDM).

TDM은 동기식TDM(보통 그저 TDM이라고 부른다.)과 소위 정적인 TDM 혹은 집중기라고 부르는 비동기식TDM으로 더 분할된다(그림 8-2를 참고).

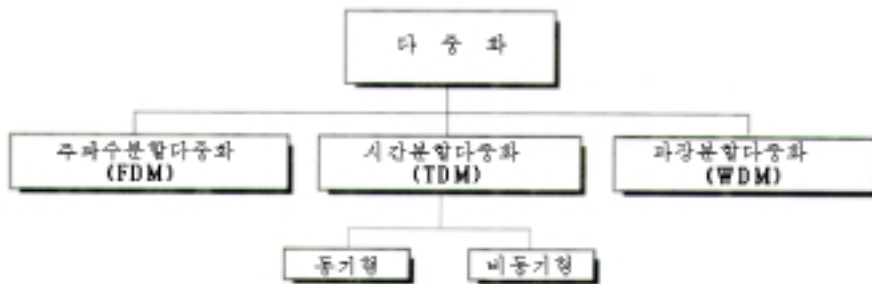



그림 8-2. 다중화의 분류

8. 2. 주파수분할다중화(FDM)

주파수분할다중기(FDM)는 한 회선의 통과대역이 전송하려는 신호들의 결합된 대역너비보다 더 클 때 적용할수 있는 기술이다. FDM에서 매 송신장치들이 발생한 신호들은 각이한 반송주파수를 변조한다. 이 변조된 신호들은 회선이 전송할수 있는 단일합성신호로 결합된다. 반송주파수들은 변조된 신호를 충분히 수용할수 있는 대역너비로 분리된다. 이 대역너비들이 각이한 신호들이 통과하는 통로이다.

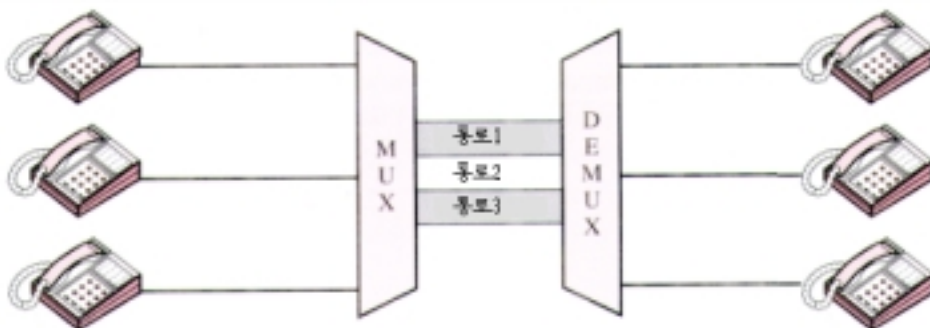



그림 8-3. FDM

통로들은 신호를 겹치지 않게 하기 위하여 리용하지 않는 대역(경계대역)의 띠들로 구분되여야 한다. 그외에 반송주파수는 원래자료주파수와 간섭되지 말아야 한다. 어느 조건이라도 맞지 않으면 원래신호를 회복할수 없다.

그림 8-3은 FDM의 직관적개념을 주었다. 이 실례에서 전송통로는 세 통로로 분할되였는데 매 통로는 하나의 전송을 보장한다. 세개의 좁은 거리가 세개의 소고속도로를 이루면서 합치되는 고속도로를 생각하자. 거리중의 매개 차들은 다른 소도로의 차와 간섭하지 않고 다닐수 있다.

비록 그림 8-3이 통로가 개별적통로로 나누어 지는것으로 보여 주었지만 실지 통로분할은 공간으로가 아니라 주파수로 진행된다는것을 명심해야 한다.

FDM과정

그림 8-4는 다중화과정의 시간령역실례를 개념적으로 보여 준다. FDM은 상사처리기인데 입구와 출구장치로써 전화를 리용하는것으로 그것을 생각할수 있다. 매 전화는 류사한 주파수대역의 신호를 발생한다. 다중기쪽에서 이 신호들은 서로 다른 반송주파수(f_1, f_2, f_3)를 변조한다. 변조된 결과신호들은 충분한 통과대역을 가진 매체고리를 통하여 송신할수 있는 단일합성신호로 결합된다.

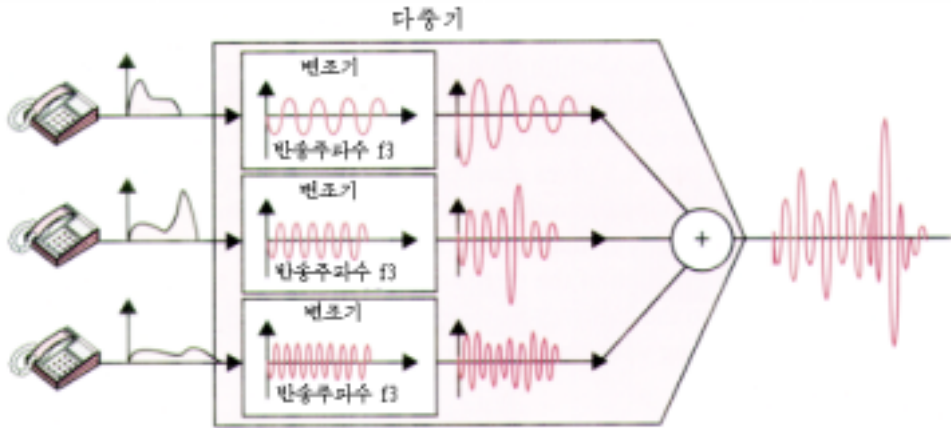



그림 8-4. FDM다중화과정, 시간령역

그림 8-5는 같은 개념에 대한 주파수령역실레이다(이 그림의 수평축은 시간이 아니라 주파수를 표시하며 모든 세개 반송주파수들은 같은 통과대역을 차지한다.). FDM에서 신호들은 AM 혹은 FM를 리용하여 각이한 반송주파수(f_1, f_2, f_3)로 변조한다. 5장을 다시 보면 한 신호를 다른 신호로 변조하는것은 최소한 원래신호의 두배 통과대역을 만든다.

통로를 가장 효과적으로 리용하기 위하여 실제 통과대역은 대역절반을 억제하여 낮출수 있는데 그 기술은 여기서 고찰하지 않는다. 이 실레에서 결과적인 합성신호의 통과대역은 매 입구신호의 통과대역의 세배이상이다. 즉 필요한 통로들을 수용할수 있는 대역너비의 3배와 경계대역인 여분의 대역을 합한것이다.

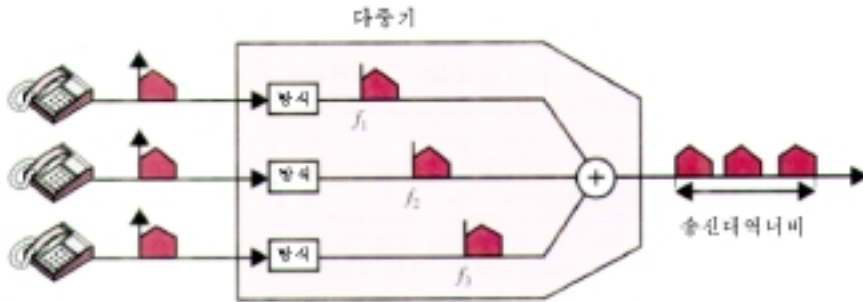



그림 8-5. FDM 다중화과정, 주파수령역

분배

역다중화기는 다중화된 신호를 그것의 구성성분신호들로 분해하는 려파기들을 사용한다고 볼수 있다. 개별적인 신호들은 반송파들로부터 그것을 분리하는 복조기를 통과하여 대기수신기에 보낸다. 그림 8-6은 통신장치로써 세개의 전화를 리용하는 FDM다중화의 시간령역을 보여 준다. 같은 실례의 주파수령역은 그림 8-7에서 보여 준다.

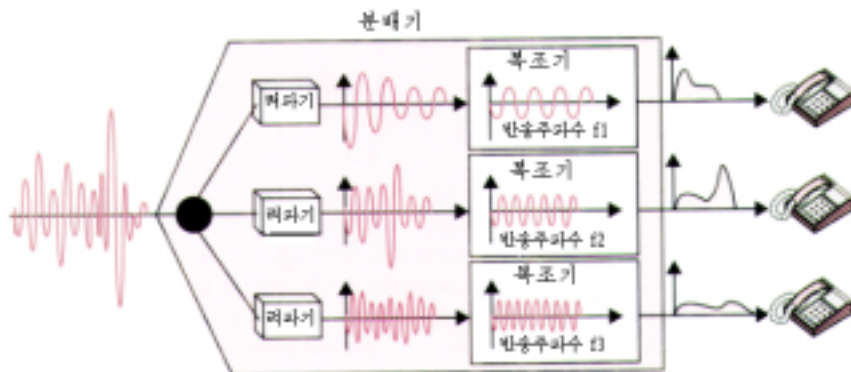



그림 8-6. FDM분배과정, 시간령역

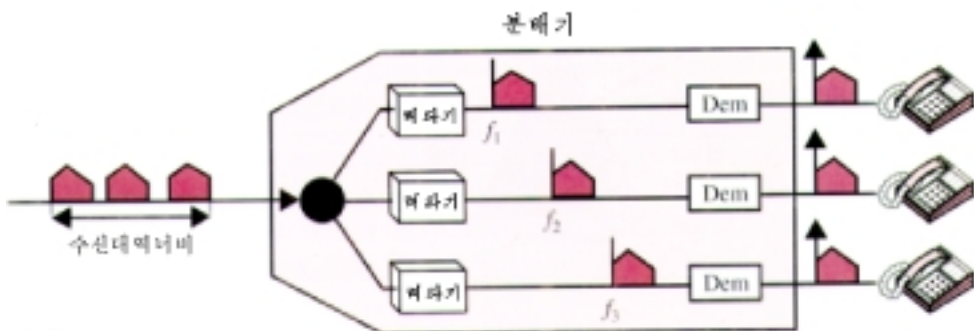



그림 8-7. FDM분배과정, 주파수령역

8. 3. 파장분할다중화(WDM)

파장분할다중화(WDM)는 다중화와 분배가 빛섬유통로를 통하여 전송되는 빛신호를 포함한다는것만 제외하고는 FDM과 개념적으로 같다. 즉 각이한 주파수의 각이한 신호들을 결합한다. 그러나 차이는 주파수가 대단히 높다는것이다.

그림 8-8은 WDM다중기와 역다중화기의 직관적개념을 보여 준다. 각이한 빛원천에서의 대단히 좁은 빛묶음은 넓은 대역빛을 만들면서 결합된다. 수신측에서는 역다중화기가 신호들을 분할한다.

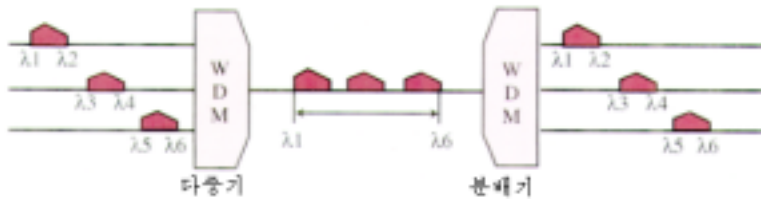



그림 8-8. FDM분배, 주파수령역

WDM의 구조에 대하여 고찰할것이 하나 있다. 비록 그 기술은 복잡하지만 문제는 간단하다. 다중기에서는 하나의 단일빛으로 다중빛원천들을 결합하고 역다중화기에서는 역과정을 거친다. 빛원천의 결합과 분할은 프리즘으로 쉽게 조정할수 있다. 프리즘이 입사각과 주파수에 따라 빛묶음을 구부릴수 있다. 이 기법을 리용하여 다중기는 매개가 좁은 주파수대역을 포함하는 입구빛묶음을 넓은 주파수대역을 가진 하나의 출구빛묶음으로 결합할수 있다. 그림 8-9는 그 개념을 보여 주었다.

그림 8-9. WDM다중화와 분배에서 프리즘

8. 4. 시간분할다중화(TDM)

시간분할다중화(TDM)는 전송매체의 자료속도용량이 송신, 수신장치들이 요구하는 자료속도보다 클 때 적용될수 있는 수자화과정이다. 이러한 경우에 자료를 나누고 그것들을 시간별로 끼워 넣은것이 단일회선을 차지하는것으로 다중전송이 실현된다.

그림 8-10은 TDM의 직관적개념을 보여 준다. 같은 고리가 FDM에서처럼 리용되였

다는것을 주목해야 한다. 그러나 여기서 기본은 주파수가 아니라 시간으로 나누이는것을 볼수 있다.

그림에서 신호 1, 2, 3, 4부분들은 순차적으로 회선을 차지한다. 여러 주로를 봉사하는 스키삭도를 생각하자. 매 주로는 자기의 선을 가지고 있으며 매선의 선수는 삭도에서 모아 지는 주로를 가진다. 매 의자가 산꼭대기에 이를 때 거기에 올랐던 선수는 내려서 그를 기다린 주로를 따라 내린다.

TDM은 두 방식으로 실현될수 있는데 동기식TDM과 비동기식TDM이다.

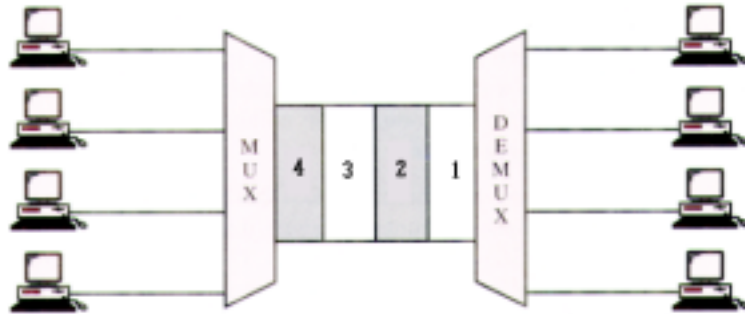



그림 8-10. TDM

동기식TDM

동기식시분할다중화에서 동기란 원격통신의 다른 분야에서 리용되는데로부터 각이한 의미를 가진다. 여기서 동기란 장치가 그 무엇을 전송하든 말든 모든 시간에 매 장치에 정확히 같은 시간슬로트를 할당한다는것을 의미한다. 실례로 시간슬로트 A는 장치 A에 단독으로 배당하고 그 어떤 다른 장치가 사용할수 없게 한다. 할당된 시간슬로트가 차례질 때마다 장치는 그것의 자료의 일부분을 보낼 기회를 가진다. 만일 장치가 송신할 가능성이 없거나 송신할 자료를 못 가졌다면 그것의 시간슬로트는 비워 둔다.

프레임들 시간간격은 프레임들로 묶어 진다. 한 프레임은 시간간격들의 완전한 한 싸이클로 구성되는데 그것은 매 송신장치에 하나 혹은 그이상의 시간슬로트를 부여한다(그림 8-11을 참고). *n*개 입구선을 가진 체계에서 매 프레임은 적어도 *n*개의 슬로트을 가지며 매개 슬로트는 특정한 입구선으로부터 자료를 나르도록 할당되였다. 만일 한 회선을 공유하는 모든 입구장치들이 같은 자료속도로 전송하고 있다면 매 장치는 프레임당 하나의 슬로트를 가진다. 그러나 그것은 가변자료속도를 수용할수도 있다. 프레임당 두 슬로트를 가진 전송은 프레임당 한 슬로트를 가진것보다 두배 빨리 도착할수 있다. 주어진 장치에 부여된 시간슬로트는 매 프레임에서 같은 위치를 차지하며 그 장치의 통로를 구성한다. 그림 8-11에서 다섯개의 입구회선이 동기 TDM을 리용하여 단일통로로 다중화된것을 보여 주었다. 이 실례에서 모든 입구는 같은 자료속도를 가지므로 매 프레임에서 슬로트들의 개수는 입구회선개수와 같다.

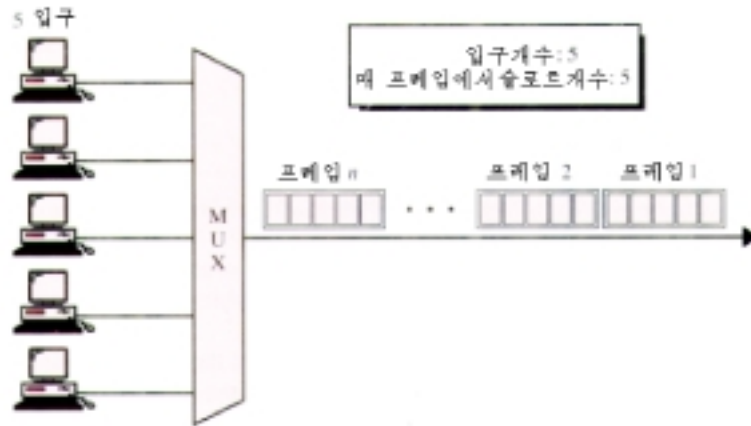



그림 8-11. 동기식TDM

간격식 동기 TDM은 아주 빠른 경로교환기와 비교할수 있다. 교환기가 장치의 앞면에서 열려 있을 때 그 장치는 통로에 자료의 특정한 량(X비트)을 보낼 기회를 가진다. 그 교환기는 상수속도와 고정된 순서로 한 장치에서 다른 장치로 이동한다. 이 과정을 간격식이라고 부른다. 간격식은 비트, 바이트 혹은 자료단으로 전송할수 있다. 즉 다중기는 매 장치에서 한 바이트를 취하고 그다음 매 장치로부터 다른 바이트를 취할수 있다. 주어진 체계에서 간격단위들은 같은 크기일것이다.

그림 8-12는 간격화와 프레임구축을 보여 준다. 실례에서는 한 문자씩(한바이트와 같다) 끼워 넣는데 그것은 임의의 길이의 자료단에 대해서도 같다. 매 장치는 서로 다른 통보문을 보낸다. 다중기는 회선에 그것들을 놓기전에 프레임으로 만들어야 한다.

수신기에서 역다중화기는 교대로 매 문자를 추출하는것으로 프레임을 분해한다. 한 문자가 한 프레임에서 제거되면 적당한 수신장치까지 통과한다.

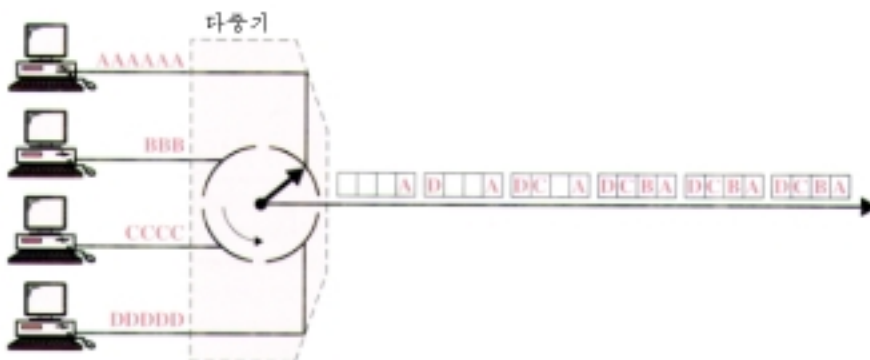



그림 8-12. 동기 TDM다중화과정

그림 8-12와 8-13은 동기 TDM의 주요약점을 지적하였다. 특정한 입구회선에 같은 슬로트를 배당함으로써 회선들이 모두 능동이 아닐 때에도 빈 슬로트들을 배당하게 된다.

그림 8−12에서 첫 세개의 프레임만 완전하게 채워 져 있다. 마지막 세개 프레임은 6개의 빈 슬로트를 가진다. 24개중에서 6개의 빈 슬로트를 가졌다는것은 회선용량의 1/4이 랑비된다는것을 의미한다.

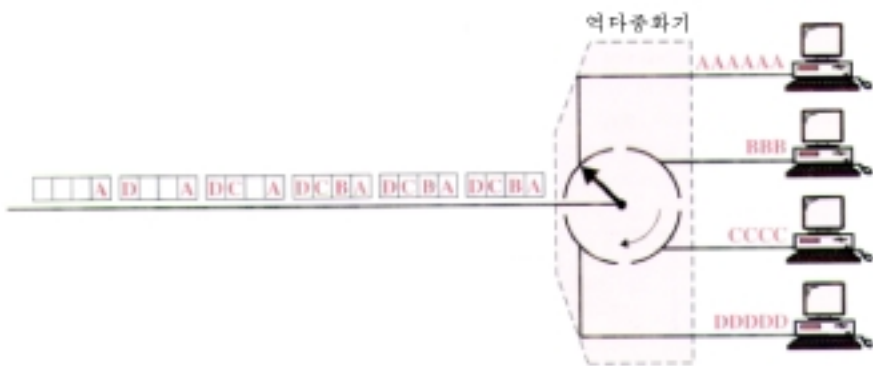



그림 8−13. 동기식TDM분배과정

프레임비트들 동기식TDM체계에서 시간슬로트순서가 한 프레임으로부터 다른 프레임까지 변화하지 않기때문에 대단히 작은 부가비트정보가 매 프레임에 포함되여도 되였다. 수신순서는 매 시간슬로트를 지적하므로 주소화가 필요 없다는것을 역다중화기에 알린다. 때문에 보통 하나 혹은 그이상의 동기화비트가 매 프레임의 선두에 합해 진다. 프레임구성비트라고 부르는 이 비트들은 역다중화기가 시간슬로트를 정확히 분할할수 있도록 입구렬과 동기되는 패턴을 형성한다. 대다수의 경우에 동기정보는 그림 8−14에서 보여 준것처럼 0과 1사이를 엇바꾸면서 한 프레임당 한 비트로 구성한다.

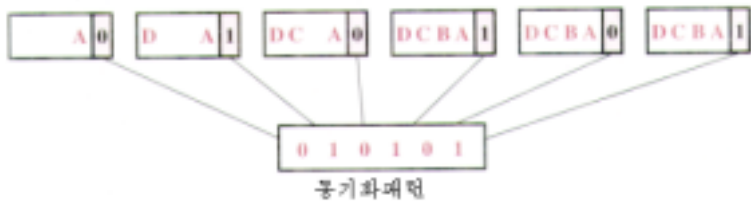



그림 8−14. 프레임구성비트들

동기식TDM실례 동기식TDM회선우에서 네개의 입구원천을 가졌다고 하자. 여기서 전송은 문자들이 사이마다 끼워 초당 250문자를 만들고 매개 프레임은 원천에서 한개 문자씩 나른다면 전송통로는 초당 250프레임을 나를수 있다(그림 8−15를 참고).

만일 매 문자가 여덟개 비트로 구성되였다고 가정하면 매 프레임은 33bit길이이다. 즉 네개의 문자를 위한 32bit와 하나의 프레임구성비트를 합한것이다. 비트관계를 보면 매 장치가 2,000bps를 가진다(문자당 8bit를 가진 250문자). 그 회선은 8,250bps를 전송한다(프레임당 33bit를 가진 250프레임). 즉 8,000bit의 자료비트와 부가비트 250bit.

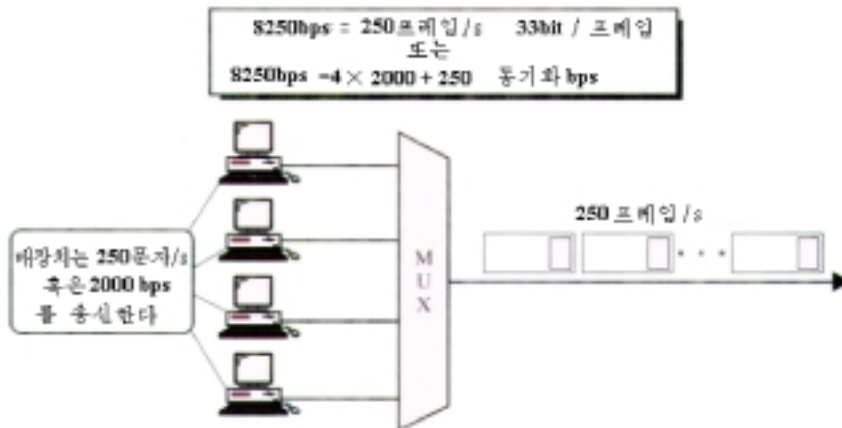



그림 8-15. 프레임에 대한 자료속도 계산

비트채워넣기 앞에서 본것처럼 동기식TDM에 각이한 자료속도의 장치를 련결할수 있다. 실례로 장치 A는 하나의 시간슬로트를 리용하고 그보다 더 빠른 장치 B는 두개를 리용한다. 한 프레임에서 슬로트의 개수와 입구회선들은 주어 진 체계에서 고정되였으나 이 슬로트의 개수를 조정하여 각이한 자료속도의 장치들을 조화시킬수 있다(슬로트길이는 고정되였다.). 따라서 이 기술을 적용하려면 각이한 자료속도들은 서로 옹근수배수로 되여야 한다. 실례로 다섯배 빠른 장치의 경우에 다른 매개 장치들에 하나의 슬로트를 배당할 때 다섯개를 줄수 있다. 그러나 이 방법으로는 다섯배반 빠른 장치는 수용할수 없다. 왜냐하면 한 프레임에 절반슬로트를 넣을수는 없기때문이다.

속도가 서로의 옹근수배수가 아닐 때 비트끼워넣기라고 부르는 기술로 옹근수배인것처럼 동작하게 만들수 있다. 비트끼워넣기는 다중기가 각이한 장치들사이의 속도관계를 서로 옹근수배수로 되게 하도록 장치의 원천렬에 추가비트를 덧붙인것이다. 실례로 한 장치가 다른 장치의 2.75배 비트속도를 가지고 있다면 다른것의 3배가 되도록 비트를 덧붙일수 있다. 이 추가비트들은 역다중화기에서 다시 버린다.

비동기 TDM

앞에서 본것처럼 동기식TDM은 회선의 전체 용량을 리용한다고 담보할수 없다. 사실 주어 진 순간에 슬로트들의 한 부분만이 리용되고 있다고 볼수 있다. 매 슬로트들이 미리 배렬되고 고정되여 있어서 련결된 장치가 전송하지 않을 때면 해당한 슬로트는 비게 되고 통로의 대부분은 랑비된다. 실례로 한 회선에 20대의 동일한 콤퓨터의 출구를 다중화한다고 하자. 동기식TDM을 리용하면 그 회선의 속도는 적어도 매입구회선속도의 20배는 되여야 한다. 그러나 만일 한번에 10대콤퓨터만이 리용된다면 어떻게 되겠는가. 회선용량의 절반은 랑비된다. 비동기시간분할다중기 혹은 통계적시간분할다중기는 이 형태의 랑비를 피할수 있게 설계된다. 비동기식이란 자료통신의 다른 령역을 의미하는것이 아니고 다중기의 다른 형태라는 의미이다.

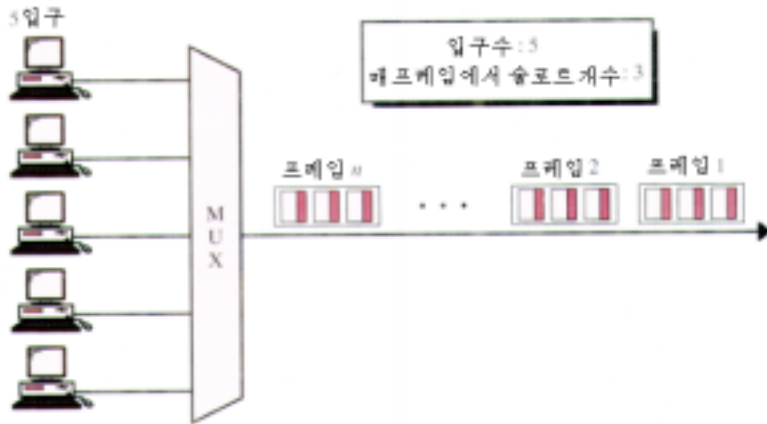



그림 8-16. 비동기TDM

동기식TDM과 같이 비동기TDM은 많은 저속입구회선들을 단일고속회선에 다중화시킨다. 그러나 동기식TDM과는 달리 비동기TDM에서 입구회선의 총 속도는 그 통로의 용량보다 클수 있다. 동기체계에서는 *n*개의 입구회선을 가지고 있다면 프레임은 최소한 *n*개 슬로트의 고정된 개수를 포함하고 있다. 비동기체계에서는 *n*개의 입구회선을 가지고 있다면 프레임은 *n*보다 작은 *m*개이하의 슬로트를 포함한다(그림 8-16을 참고). 이렇게 하여 비동기TDM은 보다 낮은 용량회선을 가지고도 동기TDM과 같은 입구회선수를 지원할수 있다.

비동기TDM프레임 경우에 슬로트의 개수(*m*)는 어떤 주어 진 시간에 전송하고 있는 입구회선수의 통계적분석에 기초한다. 매 슬로트를 미리 배렬하지 않고 송신할 자료를 가지고 있는 부속된 입구회선들중의 임의의것을 리용할수 있다. 다중기는 입구회선들을 주사하고 한 프레임이 채워 질 때까지 자료부분을 받아 들이고 회선을 통해 그 프레임을 보낸다. 만일 한 프레임에 모든 슬로트들을 채울 때까지 충분한 자료가 되지 않으면 그 부분은 부분적으로 채워 진것만 송신한다. 즉 충만회선용량은 시간의 100퍼센트를 리용할수 없다. 그러나 슬로트를 동적으로 배당할수 있는 가능성은 입구회선과 슬로트의 비가 낮아 지게 하고 랑비를 크게 감소시킨다. 그림 8-17은 비동기TDM을 리용하는 회선을 다섯대의 콤퓨터가 공유하는 체계를 보여 준다. 이 실례에서 프레임규모는 세개 슬로트이다. 그림은 어떻게 다중기가 수송의 세 준위를 관리하는가를 보여 준다. 첫 경우에는 다섯대의 콤퓨터중 세개만이 송신할 자료를 가지고 있다(이 체계의 경우에 세개 슬로트 규모의 프레임이 선택되였다는 사실은 이 체계의 평균개수). 두번째 경우는 네개 회선이 자료를 송신하고 있는데 프레임당 슬로트의 개수보다 하나 많다. 세번째 경우에는 (통계적으로 드물다.) 모든 회선들이 자료를 송신하고 있다. 매 경우에 다중기는 1부터 5까지 순서대로 전송할 자료를 가질 때 슬로트를 채워 넣으면서 장치들을 주사한다.

첫 경우에 세개의 능동입구회선은 매 프레임안에서 세 슬로트와 조화된다. 첫 네개 프레임의 경우에 입구는 모든 송신장치들사이에서 동기적으로 할당된다. 그러나 다섯번재 프레임의 경우에 3, 5장치는 송신을 완료하였으나 1번 장치는 여전히 전송하여야 할

두 문자를 가지고 있다. 다중기는 장치 1에서 A를 취하고 완료한 입구들은 무시하고 다시 그 회선을 주사한다. 마지막슬로트를 채울수 있는 자료가 없기때문에 다중기는 두개만 채운 다섯번째 프레임을 전송한다. 동기식TDM체계에서 각각 다섯개 슬로트를 가진 여섯개 프레임들은 모든 자료를 전송하는데 총 30개 슬로트를 요구할것이다. 그러나 이 슬로트들중 14개만이 채워 진것이며 경과한 시간의 절반보다 더 많은 시간동안은 리용하지 않는 회선이 있게 된다. 비동기체계의 경우에는 한 프레임만이 부분적으로 빈것을 송신한다. 그밖의 송신시간동안에는 회선의 전체 용량이 자기의 능력을 발휘하였다.

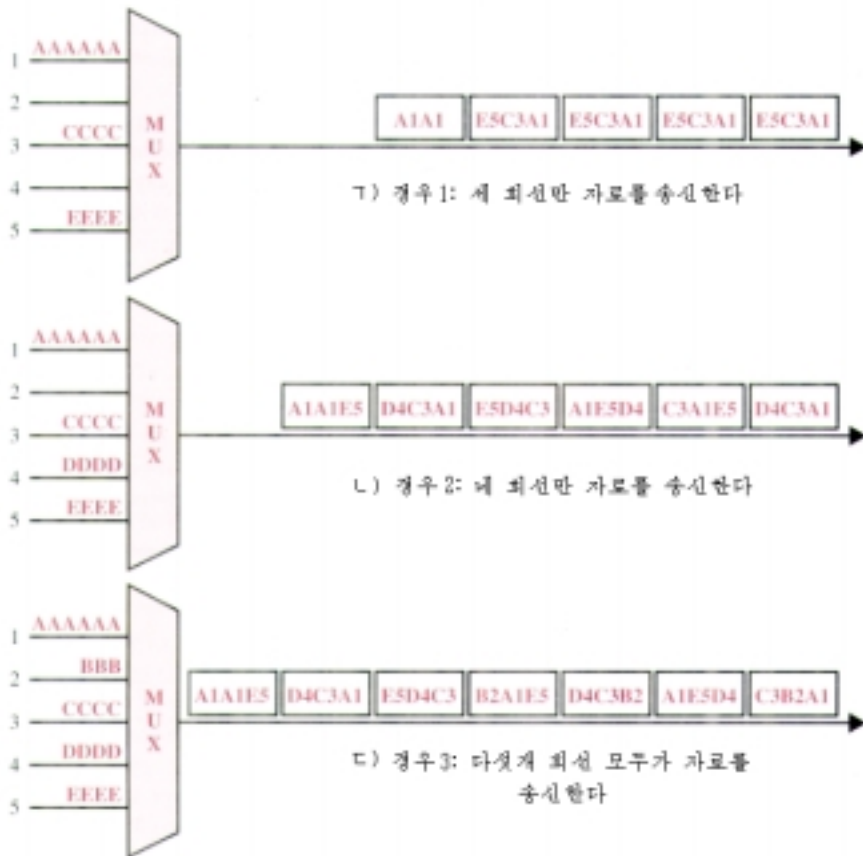



그림 8-17. 비동기TDM프레임 실례

두번째 경우에는 능동입구회선이 프레임에 있는 슬로트수보다 하나 더 많다. 다중기는 회선을 1부터 5까지를 주사하면서 차례로 한 프레임을 완전히 채워 넣는다. 따라서 첫 프레임은 1, 3, 4장치로부터 자료를 나르고 5는 안한다. 다중기는 나머지 부분을 계속 주사하며 장치 5의 전송의 첫 부분을 다음 프레임의 첫 슬로트에 놓고 그다음 회선의 웃부분으로 가서 두번째 슬로트에 장치 1의 자료의 두번째 부분을 놓는다 등등. 볼수 있는것처럼 능동송신기의 개수가 프레임의 슬로트수와 같지 않을 때 슬로트는 동기적으로 채워 지지 않는다. 이 실례에서 장치 1은 첫 프레임에서 첫번째 슬로트, 두번째 프레임

에서 두번째 슬로트 등을 차지한다.

세번째 경우에 프레임은 우에서처럼 채워 졌으나 여기서는 다섯개의 입구회선모두가 능동이다. 이 실례에서 장치 1은 첫 프레임에서 첫 슬로트를, 두번째 프레임에서 세번째 슬로트를 차지하고 세번째 프레임에는 없다. 2와 3의 경우에는 세개의 입구회선속도가 같다면 송신하여야 할 자료는 다중기가 회선에 그것을 인입시킬수 있는것보다 더 빨리 도착할것이다. 그 경우에 다중기가 준비할 때까지 자료를 저축할수 있는 완충기가 필요하다.

주소화와 부가비트 우의 실례에서 경우 2와 3은 비동기 TDM의 주요약점을 설명한다. 어느 슬로트가 어느 출구회선에 속해 있는가를 역다중화기가 어떻게 알수 있는가?. 동기식 TDM에서는 슬로트에 있는 자료가 속한 장치를 프레임에 있는 슬로트의 위치가 지적한다. 그러나 비동기식TDM에서는 주어 진 장치자료는 한 프레임의 첫 슬로트로부터 다음번째 프레임의 세번째 슬로트로 될수도 있다. 고정된 위치관계가 없어서 매 슬로트는 자료를 어떻게 받아 들였는가를 역다중화기에 알려 주는 주소를 전송하여야 한다. 국부적으로만 사용하는 이 주소는 다중기가 설정하고 일단 읽혀 진 다음 역다중화기가 제거한다. 그림 8-17에서는 그 주소가 한 수자로 지적되였다.

매 슬로트에 첨부되는 주소비트들은 비동기체계의 부가비트를 증가시키고 그것의 잠재적효력을 얼마간 제한한다. 그 영향을 제한하기 위하여 보통 주소는 작은 비트개수로 구성하고 전송의 첫 부분에서만 완전주소를 붙이고 다음부터는 식별할수 있는것은 생략하여 아주 짧게 할수 있다.

주소화에 대한 요구는 비트 혹은 바이트간격식의 경우에 비동기TDM을 비효률적으로 만든다. 주소를 전송하는 매 비트에 대하여 비트간격식을 생각해내고 참고자료의 한 비트에 주소 세 비트를 더 한다는것이다. 그것은 한 비트자료를 보내기 위하여 네개 비트를 보내야 한다는것이다. 가령 그 회선이 찼다면 그 용량의 1/4만 자료를 전송하는데 리용된다. 나머지는 부가비트이다. 때문에 비동기 TDM은 슬로트규모가 상대적으로 클 때만 효과적이다.

가변길이시간슬로트 비동기TDM은 슬로트의 길이를 변화시키는것으로 가변자료속도의 통신량을 수용할수 있다. 보다 빠른 자료속도를 전송하는 국은 긴 슬로트를 리용할수 있다. 가변길이마당을 관리하는것은 들어 오는 자료위치를 지적하도록 매 슬로트의 첫 머리에 조정비트들을 덧붙일것을 요구한다. 이 추가비트들은 체계의 부가비트를 더 증가시키며 긴 슬로트만 효과가 있다.

거꿀다중화

이름이 암시하는것처럼 거꿀다중화는 다중화의 반대이다. 거꿀다중화는 하나의 고속회선으로부터 자료를 취하고 수집자료속도에서의 손실없이 동시에 통과할수 있도록 여러 저속회선을 가진 부분들로 나누는 방식이다(그림 8-18을 참고).

왜 거꿀다중화가 요구되는가? 각이한 자료속도를 요구하는 자료, 음성, 비데오를 송신할것을 바라는 어떤 기구를 생각해 보자. 음성을 송신하기 위하여서는 64Kbps회선이 필요하다. 자료를 보내려면 128Kbps회선이 필요하다. 비데오를 보내려면 1.544Mbps회선

이 요구될수 있다. 이 모든 요구를 수용하기 위하여 그 기구는 두가지를 선택할수 있다. 그것은 공동사업자(전화회사)로부터 1.544Mbps통로를 임대하고 때때로 그 용량을 다 리용하는것이다. 이것은 효률적인 설비리용이 못된다. 혹은 저속통로들을 여러개 임대할수 있다. 요청통과대역이라고 하는 합의를 리용하여 기구는 필요할 때마나 이 통로의 임의의것을 리용할수 있다. 음성전송을 통로들중의 임의의것을 리용하여 본래대로 보낼수 있다. 자료나 비데오신호들은 나누어서 둘 혹은 그이상의 통로로 보낸다. 즉 자료와 비데오신호들은 다중회선으로 거꿀다중화할수 있다.

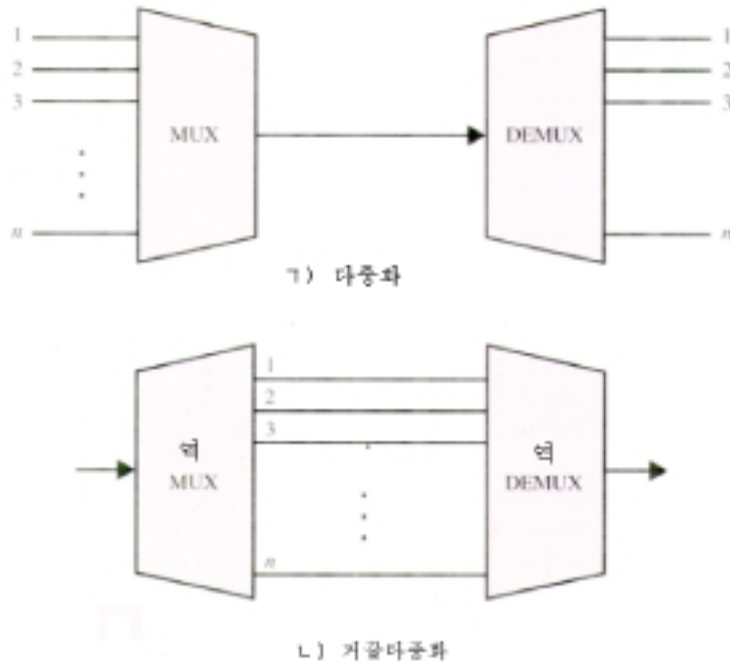



그림 8-18. 다중화와 거꿀다중화

8. 5. 다중화응용 : 전화체계

다중화는 오랜기간 전화공업의 본질적요구였다. 일부 전화회선를 보면 기본은 그 분야에서 FDM과 TDM 둘다를 응용하고 있다. 물론 세계의 각이한 지역에서는 각이한 체계를 리용한다.

여기서는 북아메리카에서 사용되는 체계만 보기로 하자. 북아메리카 전화체계에는 신청자에게 국부와 먼거리봉사를 제공하는 많은 공동사업자들이 봉사한다. 이 사업자들에게는 Pacific Bell와 같은 국부회사들과 AT&T.MCI, Sprint와 같은 먼거리 제공자들이 속한다.

고찰목적에 따라 전화망이라고 부르는 단일실체, 봉사회선으로써 그 망과 사업자들을 련결시키는 회선으로서의 각이한 사업자들을 생각할수 있다(그림 8-19를 참고).

그림 8-19. 전화망

공중통신봉사와 계층

전화회사들은 상사망을 리용하여 그들의 가입들에 상사봉사를 보장하는것으로 시작하였다. 그후에는 수자봉사와 수자망이 도입되였다. 오늘 북아메리카 제공자들은 자기들의 봉사회선을 상사로부터 수자로 바꾸는 과정에 있다. 전체 망이 수자화될것으로 예상된다. 그러나 지금은 두 봉사형태 즉 FDM과 TDM를 리용하고 있다(그림 8-20을 참고).

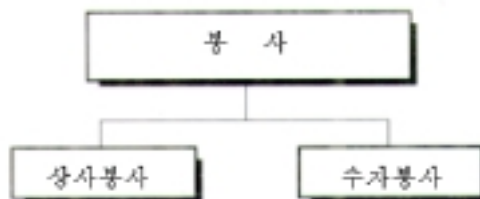



그림 8-20. 전화봉사의 분류

상사봉사

신청자가 리용할수 있는 많은 상사봉사들중에서 교환봉사와 임대봉사 두가지만 론의할것이다(그림 8-21을 참고).

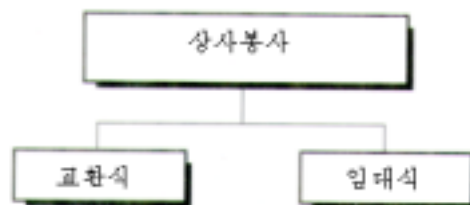



그림 8-21. 상사봉사의 분류

상사교환봉사

상사교환봉사는 가정전화를 리용할 때 자주 맞다들게 되는 잘 알려 진 번호돌리기호출봉사이다. 그것은 사용자의 수화기가 교환기를 통하여 망에 련결되도록 하기 위하여 2−선(혹은 특정한 리용의 경우에 4−선)꼬임쌍선케블을 리용한다. 이 접속을 국부회선이라고 부른다. 그것이 가입하는 망을 때때로 공중교환전화망(PSTN)이라고 한다. 국부회선에서 신호는 상사이며 통과대역은 보통 0~4,000Hz사이에 있다(전화통과대역보다 많은 정보의 경우에). 교환회선의 경우 호출자가 번호를 돌릴 때 호출이 교환기 또는 교환기묶음들에 간다. 해당한 교환기는 호출되는 사람의 회선에 호출자회선을 련결시키도록 동작한다. 그 교환기는 호출지속동안 두 회선을 련결한다(그림 8−22를 참고).

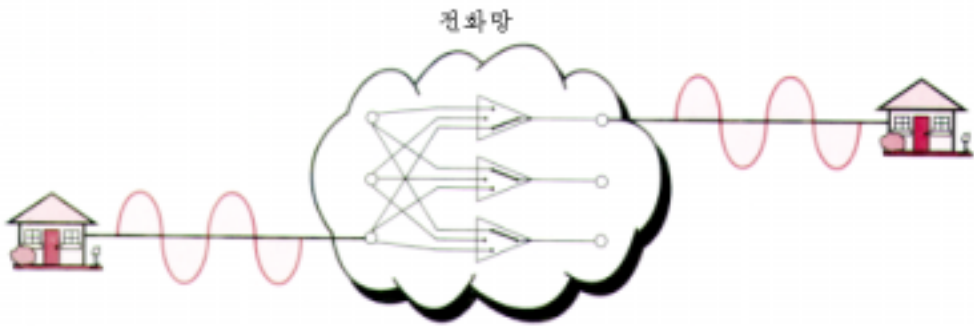



그림 8−22. 상사교환봉사

상사임대봉사 거래자에게 때때로 개인회선이라고 부르는 회선을 임대할 기회를 주는것이다. 그것은 다른 거래자에게 영구적으로 련결되는것이다. 비록 전화망에서 교환기를 통하여 련결이 된다고 해도 신청자는 교환기가 항상 닫겨 져 있어서 단일회선으로 느낀다(그림 8−23을 참고).

조절된 회선 전화사업자는 조절이라고 부르는 봉사를 한다. 조절은 감쇠, 신호이지러짐 혹은 지연이지러짐을 작게 하여 회선의 질을 개선하는것을 의미한다. 조절된 회선들이 상사이지만 모뎀들에 련결되였다면 수자자료통신질을 보강한다.

그림 8−23. 상사임대봉사

상사계층

전화회사들은 전통적으로 자기들의 능력을 최대화하기 위해 낮은 통과대역회선부터 높은 통과대역회선신호들을 다중화하였다. 이렇게 하여 교환되거나 임대되는 회선들은 얼마 되지 않으나 아주 큰 통로들로 결합할수 있다.

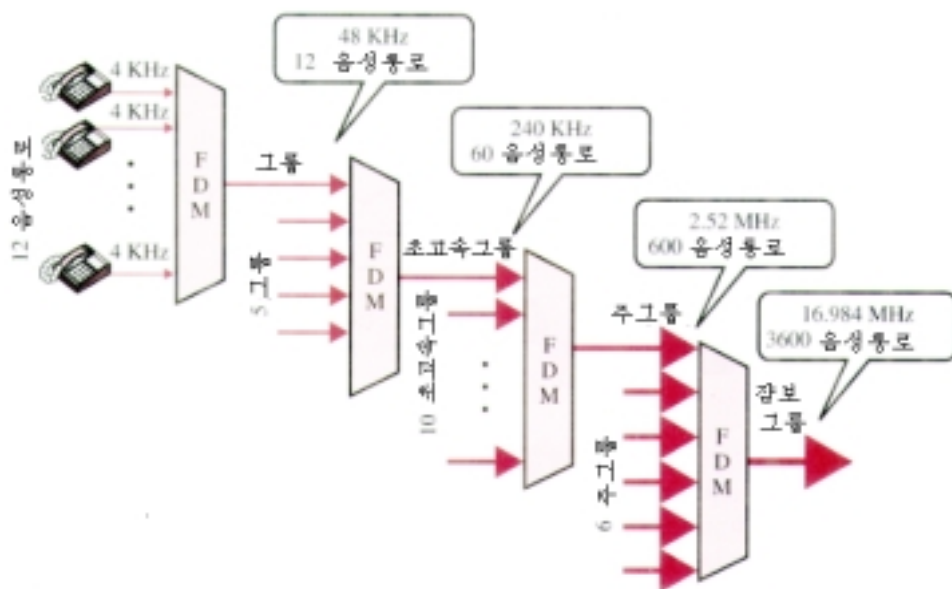



그림 8-24. 상사계층

AT&T가 사용한 계층형체계들중의 하나가 그룹, 초고속그룹, 주그룹, 쟘보그룹으로 구성된것이다(그림 8-24를 참고).

이 상사계층에서는 12개의 음성통로가 높은 통과대역회선으로 다중화되여 한 그룹을 창조하였다(통과대역을 보존하기 위하여 AT&T는 매 신호의 하측대파와 반송파를 억제하고 분배화과정에 그것을 재생하는 변조기술을 리용하였다.). 한 그룹은 48kHz의 통과대역을 가지고 12개의 음성통로를 지원하였다.

다음 준위에서는 다섯개까지의 그룹들이 다중화되였는데 초고속그룹이라고 부르는 합성신호를 창조하였다. 초고속그룹은 240kHz의 통과대역을 가지며 60개의 음성통로까지 지원한다.

다음 준위에서는 10개의 초고속그룹이 다중화되였는데 그것은 주그룹을 창조한다. 주그룹은 240MHz의 대역너비를 가져야 하나 통로들사이의 경계대역에 대한 요구로 하여 252MHz까지로 대역너비를 증가시킨다. 주그룹은 600개까지 음성통로를 지원한다.

마지막으로 여섯개의 주그룹들이 쟘보그룹에 결합되였다. 쟘보그룹은 15.12MHz를 가지나 주그룹들사이의 경계대역때문에 16.9MHz로 증가되였다.

원격통신공업에는 이 계층의 많은 변종들을 가지고 있다(유럽에서 사용하는 각이한 체계들은 ITU-T가 승인하였다.).

수자봉사

최근에 전화회사들은 수요자들에게 수자봉사를 시작하였다. 수자봉사가 잡음과 각이한 간섭에 상사봉사보다 덜 민감하다는것이 한가지 우점이다. 전화회선은 안테나처럼 동작하여 상사와 수자를 전송하는 동안 잡음이 끼여 들어 갈수 있다. 상사전송에서는 신호와 잡음이 둘다 상사여서 쉽게 분리되지 않는다. 수자전송에서는 신호는 수자이나 간섭은 여전히 상사이다. 따라서 신호는 쉽게 구별되며 분리될수 있다. 수자전송의 다른 우점은 비용이 적은것이다. 전압준위가 련속이 아니라 둘 혹은 세 준위에서만 차이나면 되기때문에 수자전송설비는 대응하는 상사설비보다 비용이 적은 전자회로를 사용할수 있다. 여기서 수자봉사의 세가지 형태를 검토할것이다. 교환/156, DDS, DS(그림 8-25를 참고).

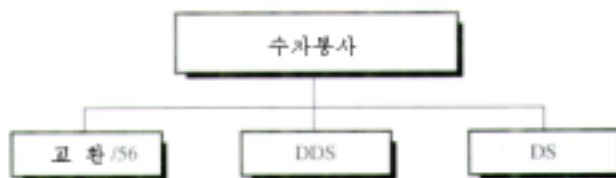



그림 8-25. 수자봉사의 분류

교환/156봉사

교환/156은 상사교환회선의 수자식변종이다. 그것은 56Kbps의 자료속도를 가진 교환식수자변조기이다. 이 봉사의 전송에서는 량쪽이 다 가입하여야 한다. 일반전화봉사를 가진 호출자는 모뎀을 리용한다 해도 교환/156을 가진 전화 혹은 콤퓨터에 련결될수 없다. 결국 수자와 상사봉사는 전화회사의 경우에 완전히 다른 두 령역으로 표시된다.

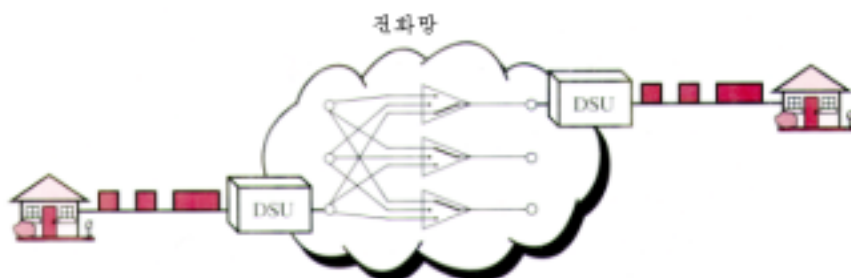



그림 8-26. 교환/156봉사

교환/156봉사에서 회선은 이미 수자화되였기때문에 가입자는 모뎀을 요구하지 않고 수자자료를 전송한다. 그러나 그것들은 수자봉사망(DSU)이라고 부르는 다른 장치를 요구한다. 이 장치는 가입자장치가 만든 수자자료의 속도를 56Kbps로 변화시키고 봉사제공자가 사용할 형식으로 그것을 부호화한다. DSU는 번호돌리기처리를 가지고 있다(번호돌리기를 가진 DSU)(그림 8-26을 참고).

DSU는 모뎀보다 더 비싸다. 그렇지만 가입자는 교환/156봉사와 DSU에 보상을 치루면서도 그것을 선택하였는가? 수자회선이 같은 상사회선보다 높은 속도, 훨씬 좋은 질, 요구를 만족시키는 통과대역때문이다.

요청통과대역 교환/156은 가입자가 여러 회선을 리용하여 높은 속도를 보장받기때문에 요구대로 통과대역을 지원해 준다(거꿀다중화부분을 참고). 이 선택은 교환/156이 비데오회의, 고속팍스, 다매체, 고속자료전달을 지원하게 한다.

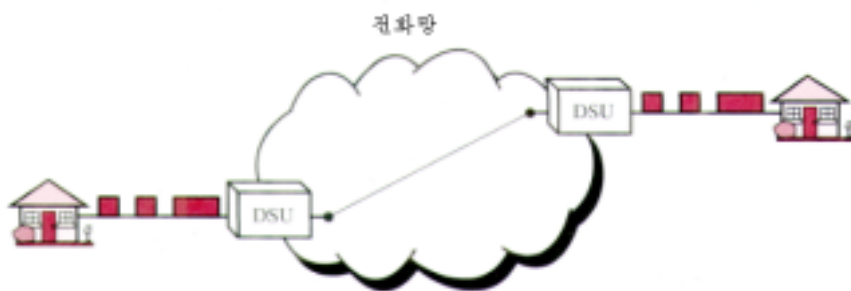



그림 8-27. DDS봉사

수자자료봉사(DDS)

수자자료봉사(DDS)는 상사임대회선의 수자식변종이다. 이 수자임대회선은 최대 64Kbps의 자료속도를 가지고 있다. 교환/156과 같이 DDS도 DSU를 리용한다. 그러나 이 봉사에서의 DSU는 번호화판을 쓰지 않기때문에 교환/156보다 눅다(그림 8-27을 참고).

수자신호(DS)봉사

교환/156과 DDS봉사를 제출한후에 전화회사들은 상사봉사에서처럼 수자봉사에도 계층을 개발할 필요를 느꼈다. 다음 단계는 수자(DS)봉사였다. DS는 수자신호계층이다. 그림 8-28은 매 준위가 지원하는 자료속도를 보여 준다.

- DS-0준위는 DDS와 공통점이 있다. 이 층은 64Kbps의 단일수자통로이다.
- DS-1은 1.544Mbps봉사이다. 1.544Mbps는 64Kbps의 24배에 부가비트 8Kbps를 더한것이다. 그것은 1.544Kbps전송단일봉사로 사용할수도 있고 24개 DS-0통로를 다중화하는데 혹은 1.544Mbps용량안에서 사용자가 요구하는 임의의 다른 결합도 전송할수 있다.
- DS-2는 6.312Mbps봉사이다. 6.312Mbps는 64Kbps의 96배에 168Kbps부가비트를 더한것이다. 이것은 6.312Mbps전송의 단일봉사로 사용될수도 있고 4개의 DS-1통로를 다중화하는데 혹은 이 봉사형태들의 결합에 리용할수 있다.
- DS-3은 44.376Mbps봉사이다. 44.376Mbps는 64Kbps의 672배에 1.363Mbps부가비트를 더한것이다. 그것은 44.376Mbps전송의 단일봉사로 사용할수도 있고 7개의 DS-0통로들을 다중화하는데 사용될수도 있으며 이 봉사형태의 결합에 리용할수 있다.

- DS−4는 274.176Mbps봉사이다. 274.176Mbps는 64Kbps의 4032배와 128Mbps의 부가비트의 합이다. 그것은 6개의 DS−3들로, 42개의 DS−2들로, 168개의 DS−1들로, 4032개의 DS−0들로 또는 그 조합을 다중화할 때 리용될수 있다.

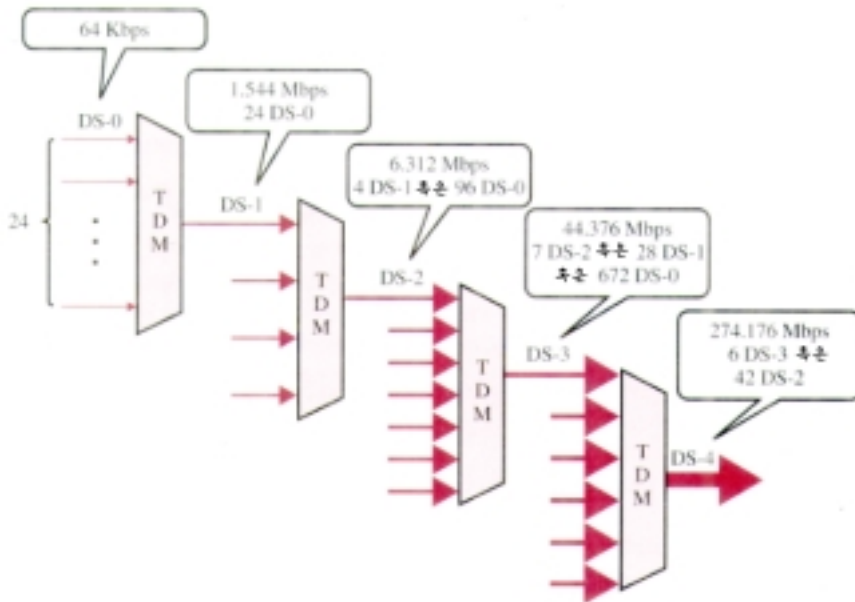



그림 8−28. DS계층

T회선들

DS−0, DS−1 등은 봉사의 이름들이다. 이 봉사를 실현하기 위하여 전화회사들은 T회선들을 리용한다(T−1부터 T−0까지). 이것들은 DS−1부터 DS−4봉사까지의 자료속도와 정확히 일치하는 용량들을 가진 회선들이다(표 8−1을 참고).

표 8−1 DS의 T회선속도들

봉 사	회 선	속도(Mbps)	음성통로수
DS−1	T−1	1.544	24
DS−2	T−2	6.312	96
DS−3	T−3	44.736	672
DS−4	T−4	274.176	4032

T−1은 DS−1을 실현하는데 리용되고 T−2는 DS−2를 실현하는데 리용된다. 표 8−1에서 볼수 있는것처럼 DS−0은 봉사로써는 제공되지 못하였으나 기준목적의 기초로써 규정되였다. 전화회사들은 DS−0에서 하였던 봉사를 DDS로도 할수 있다고 믿는다.

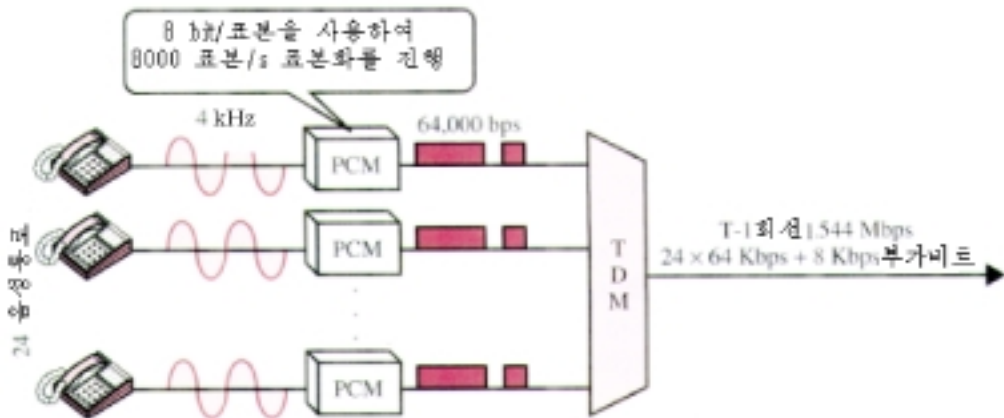



그림 8−29. T−1이 다중전화회선들을 위한 T−1회선

상사전송경우의 T회선들 T회선들은 수자자료, 음성, 소리신호들의 전송을 위해서 설계된 수자회선이다. 그러나 상사신호들이 먼저 표본화되여 시간분할다중화되기때문에 상사전송의 경우에도 그것을 리용할수 있다.

상사매체로서 T회선들을 리용할 가능성은 전화회사에 봉사의 새로운 요구를 제기하였다. 일찌기 24개 전화회선구조를 원하였을 때 회사로부터 중앙교환국까지 24개 꼬임쌍선을 늘여야 하였다(책상우에 늘여 놓은 10대의 전화가 있는 업무행정관을 보여 주는 모습을 기억해 참고. 낡은 전화회사로부터 늘인 케블은 부피가 굉장히 큰 케블묶음이였다.). 오늘 그와 같은 구조는 24개 회선을 하나의 T−회선에 결합할수 있고 교환기에 T−1회선만 늘인다. 그림 8−29는 어떻게 24개 음성회선들을 하나의 T−1회선에 다중화할수 있었는가를 보여 준다(5장의 PCM부호화를 생각해 참고).

T−1프레임 우에서 본것처럼 DS−1은 8Kbps의 부가비트를 요구한다. 이 부가비트를 어떻게 계산할것인가를 리해하기 위하여 24개 음성통로프레임의 형식을 검토하여야 한다.

T−1회선에 리용한 프레임은 보통 8bit씩의 24개 슬로트와 동기를 위한 1개의 추가비트를 더하여 193bit이다(그림 8−30을 참고). 다른 말로 매 슬로트는 매 통로에 1개 신호토막을 가지고 있다. 24개 토막을 하나의 프레임에 끼워 넣는다. 만일 T−1회선이 8,000프레임을 나른다면 자료속도는 1.544Mbps ($193 \times 8{,}000 = 1.544\text{Mbps}$)인데 이것은 회선의 총용량이다.

단편 T회선들 많은 가입자들은 T회선의 전체 용량을 요구하지 않을수 있다. 이 가입자들을 수용하기 위하여 전화회사들은 단편T회선봉사를 개발하였는데 그것은 여러 가입자들의 전송을 다중화하여 하나의 회선을 공유하였다.

실례로 작은 사무실들은 T−1회선용량의 1/4만 요구할수 있다. 만일 4개의 사무실이 같은 건물에서 사무를 본다면 그들은 하나의 T−1회선을 공유할수 있다. 그렇게 하면 수자봉사단/통로봉사단(DSU/CSU)이라고 부르는 장치를 통하여 전송을 할수 있다.

이 장치는 회선용량을 네개의 통로로 나누게 한다(그림 8−31을 참고).

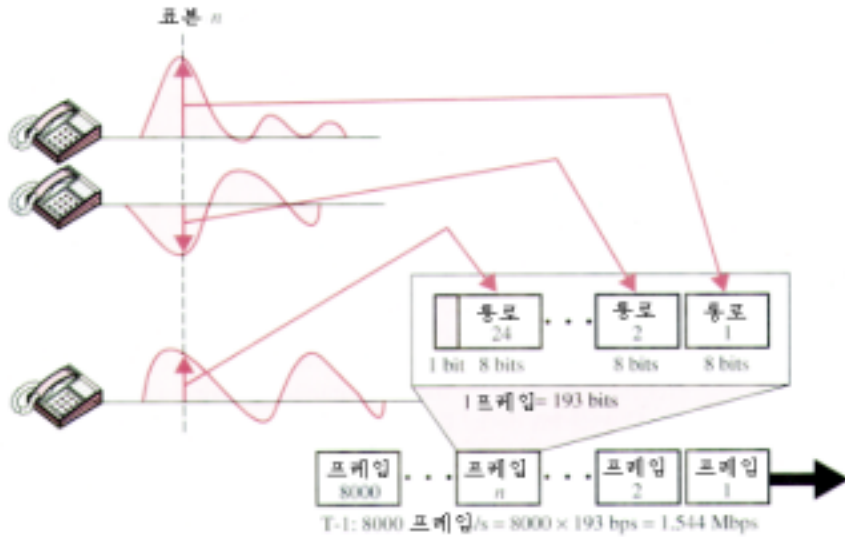



그림 8-30. T-프레임구조

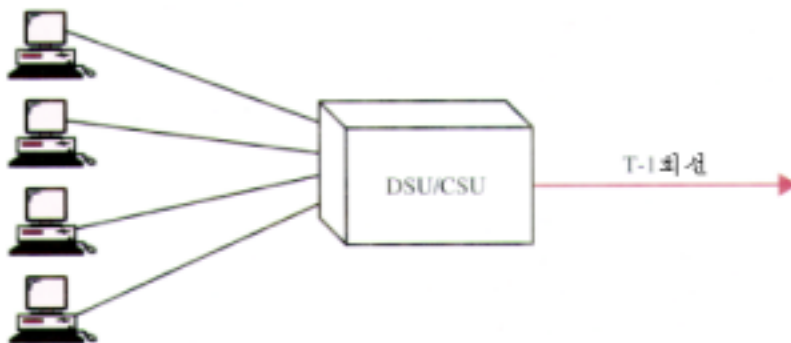



그림 8-31. 단편 T-1회선

E회선들

유럽은 E회선이라고 부르는 T회선의 변종을 리용한다. 개념적으로 식별할수 있는 두가지 체계가 있는데 그것들의 용량은 다르다. 표 8-2는 E회선들과 그것들의 용량을 보여준다.

다른 다중화봉사

앞에서 물리적케블을 리용하는 다중화를 설명하였는데 다중화는 지상과 위성극초단파통신의 효률적리용의 경우에 극히 중요하다. 오늘날 전화봉사공급자들은 ISDN, SONET, ATM과 같은 봉사를 도입하고 있는데 그것들도 역시 다중화에 기초하고 있다. 이 봉사는 제16장부터 20장까지에서 론의할것이다.

표 8-2 E회선속도

회선	속도 *(Mbps)*	음성통로수
E-1	2.048	30
E-2	8.448	120
E-3	34.368	480
E-4	139.264	1920

8. 6. 수자가입자회선(DSL)

다중화, 분배, 변조의 한가지 실례는 DSL계라고 부르는 기술이다. 수자가입자회선(DSL)은 자료, 음성, 비데오, 다매체의 고속송신에 국부고리전화회선과 같은 현존 원격통신망을 리용하는 새로운 기술이다.

DSL은 기술공학의 집합이다. 그것들중 다섯개 즉 ADSL, RADSL, HDSL, VDSL, SDSL을 여기서 론의한다.

ADSL

전화회사들은 그들의 중앙국들사이의 통신을 관리하기 위하여 고속수자광지역망을 설치하였다. 그러나 사용자와 망사이의 회선은 여전히 상사회선이다(국부고리). 부닥치게 되는것은 현존 국부고리를 변화시키지 않고 이 회선들을 수자화(수자가입자회선)하는것이다. 국부고리는 1MHz이상의 통과대역을 가진 꼬임쌍선이다.

비대칭수자가입자회선(ADSL)은 비대칭인데 그것은 올리전송방향(가입자싸이트로부터 전화중앙국까지)보다 내리전송방향(전화중앙국부터 가입자싸이트까지)이 더 높은 비트속도를 보장한다는것을 의미한다. 이것은 보통 가입자가 원하는것이다. 그들은 인터네트로부터 대단히 방대한 파일들을 수신하려고 하며 보통 짧은 전자우편통보문과 같은 작은 파일들을 보내려고 한다.

그림 8-32. ADSL의 대역들

ADSL은 꼬임쌍선케블의 통과대역을 세 대역으로 나눈다. 보통 0~25kHz사이의 첫 대역은 전화봉사에 사용된다(순수 낡은 전화봉사 혹은 POTS로 알려 졌다.). 이 봉사는 이 대역의 4kHz만 사용한다. 자료통로로부터 음성통로를 분리하기 위하여 나머지를 금지

대역으로 리용한다. 보통 25~200kHz 사이인 두번째 대역은 올리전송에 리용된다. 250kHz와 1MHz사이인 세번째 대역은 내리전송통신에 리용된다. 일부 실현은 내리전송과 올리전송이 부분적으로 겹쳐 져서 내리전송방향에서 더 넓은 통과대역을 보장한다. 그림 8-32은 그 대역들을 보여 준다.

변조기술

대다수의 ADSL의 실현에서는 원래무반송파 진폭/위상(CAP)이라고 부르는 변조기술을 리용한다. 후에 리산다중음조라고 알려진 다른 변조기술을 ANSI가 규격화하였다.

CAP 무반송파진폭/위상(CAP)는 QAM과 비슷한 변조기술인데 하나의 장점이 있다. 반송신호가 제거된것이다. 그러므로 이 기술은 QAM보다 복잡하고 규격화될수 없다.

DMT 리산다중음조(DMT)는 QAM과 FDM을 결합한것이다. 매 방향에서 유효통과대역을 4kHz통로로 나누고 매개는 자기소유반송파를 가지고 있다.

그림 8-33은 N통로를 가진 DMT의 개념을 보여 준다. 원천이 창조한 비트들은 직렬-병렬변환기를 통과하는데 여기서 Nbit의 블로크는 N개의 병렬통로로 나누고 매개는 한개 비트로 구성된다. 매 통로가 만든 QAM신호들은 주파수다중화되였고 그 결과가 회선에 보내진다.

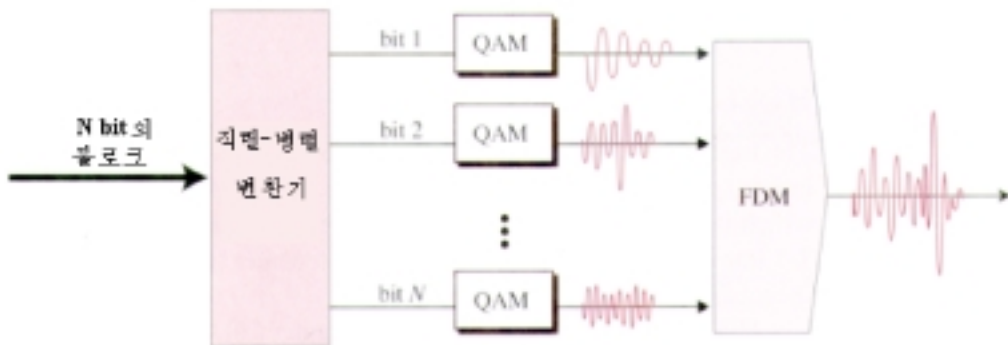



그림 8-33. DMT

ANSI규격은 매 4kHz통로에 60Kbps의 속도를 정의하는데 이것은 보드당 15bit를 가진 QAM변조임을 의미한다.

- 보통 올리전송통로는 25개 통로를 가지고 있는데 이것은 25×60Kbps 혹은 1.5Kbps의 비트속도를 의미한다. 그러나 이 방향에서 비트속도는 잡음때문에 64Kbps~1Mbps대역에 있다.
- 내리전송통로는 200개 통로를 차지하고 있는데 이것은 200×60Kbps 혹은 12Mbps의 비트속도를 의미한다. 그러나 이 방향에서 비트속도는 잡음때문에 500Kbps~8Mbps로 줄인다.

그림 8-34는 매 방향에서 ADSL과 비트속도를 보여 준다.

RADSL

적응비대칭수자가입자회선(RADSL)은 ADSL에 기초한 기술이다. 자료속도는 통신형태에 의존한다. 음성, 자료, 다매체.

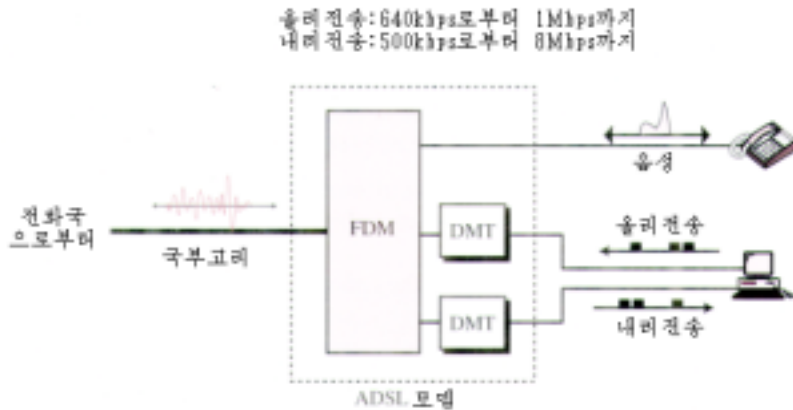



그림 8-34. ADSL모뎀

가입자들의 통과대역에 대한 요구에 따라 각이한 속도들을 배당할수 있게 한다. RADSL은 가입자에게 유익한데 왜냐하면 비용이 요구되는 속도에 의존하기때문이다.

HDSL

고속수자가입자회선(HDSL)은 T-1회선(1.544Mbps)에 대한 교체로 Bellcore(지금은 Telcordia)가 설계하였다. T-1회선은 AMI부호화를 리용하였다. 그것은 고주파에서의 감쇠에 대단히 민감하였다. 이것은 T-1회선을 1km로 제한하였다. 더 먼거리에 대해서는 중계기가 필요하였고 그것은 비용이 증가한다는것을 의미한다.

HDSL은 2BIQ부호화를 리용하는데 이것은 감쇠에 덜 민감하다(16장을 참고). 3.6km 거리까지 거의 2Mbps의 자료속도가 중계기없이 보장될수 있다. HDSL은 전2중전송으로 보장하기 위하여 두개의 꼬임쌍선을 리용한다.

SDSL

대칭(혹은 단일회선)수자가입자회선(SDSL)은 하나의 단일꼬임쌍선케블을 리용하는것만 내놓고는 HDSL과 같고 주택지구가입자들에게 유용한데 HDSL과 같은 자료속도를 보장받기때문에 반향상쇄라고 부르는 기술이 전2중전송을 실현하는데 사용된다.

VDSL

ADSL과 류사한 또 다른 방법인 초고속수자가입자회선(VDSL)은 짧은 거리의 경우에

꼬임쌍선, 빛섬유, 동축케블을 리용한다(300~1,800m). 변조기술은 50~55Mbps내리전송과 1.5~2.5Mbps 올리전송을 리용한다.

8. 7. FTTC

빛섬유는 많은 우점들 즉 잡음저항, 높은 통과대역능력을 가진다. 그러나 다른 형태의 케블에 비하여 비용이 비싸다. 전화와 케블 TV회사들은 비용이 작으면서도 빛섬유를 사용하는 《빛섬유를 구내까지(FTTC)》라고 부르는 방법을 고안해 내였다.

전화회사의 중심국으로부터 혹은 케블회사의 머리국으로부터 구내까지의 매체는 빛섬유를 리용하였다. 구내로부터 가입자구내까지의 매체는 덜 비싼 꼬임쌍선 혹은 동축케블이다.

전화망에서 FTTC

전화체계는 각이한 음성통로들을 접속하고 다중화하는데 빛섬유케블을 리용한다. 개별적구내로부터 오는 동축케블은 이음통에서 다중화되고 빛신호로 변환된다. 교환국에서의 빛신호들이 WDM을 써서 다중화되고 광대역빛신호로 된다(그림 8-35를 참고).

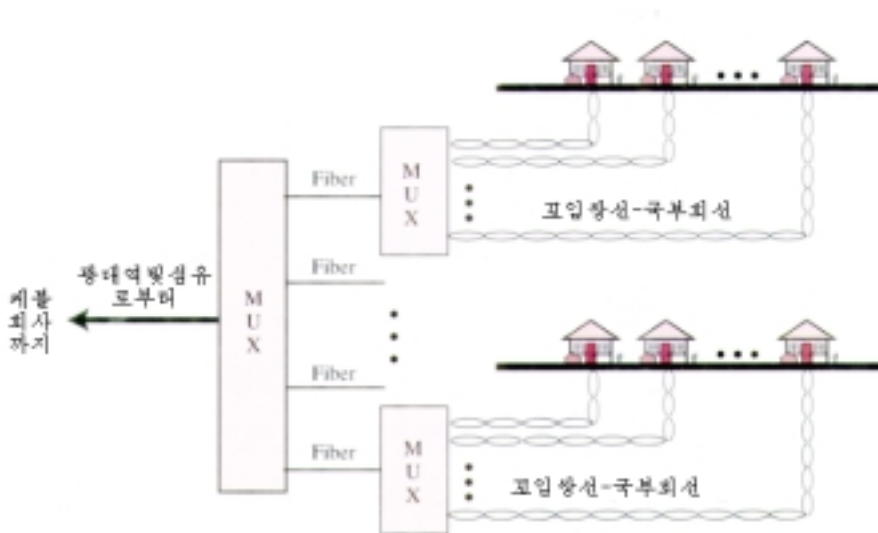



그림 8-35. 전화망에서 FTTC

유선텔레비존망에서 FTTC

유선텔레비존망체계는 각이한 케블통로들을 련결하고 다중화하는데 빛섬유케블을 리용한다. 개별적구내에서 오는 케블들은 이음통에서 다중화되고 빛신호로 변화된다. 교환국에서 빛신호들은 WDM을 리용하여 다중화되고 광대역빛신호를 만든다(그림 8-36을 참고).

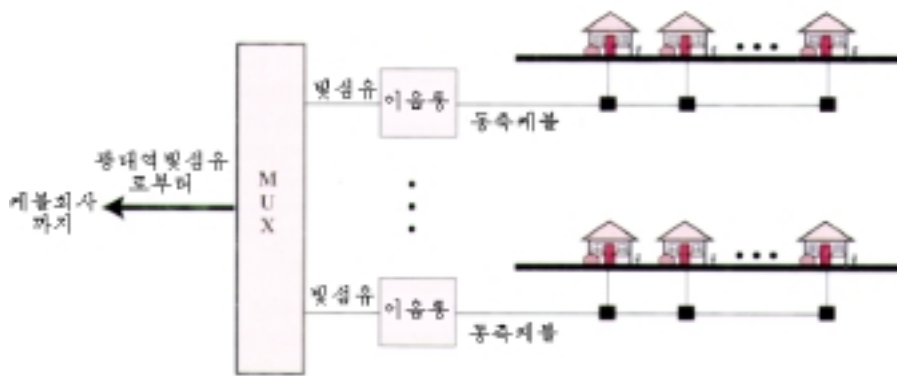



그림 8-36. 케블 TV망에서 FTTC

8. 8. 실마리어

간격식
부가비트
거꿀다중화
고속수자가입자회선(HDSL)
공중사업자
교환/156
국부회선
그룹
금지대역
다중기(MUX)
다중화
동기시간분할다중화
대칭수자가입자회선(SDSL)
리산다중음조(DMT)
무반송파진폭/위상(CAP)
부분T회선
분배(DEMUX)
비동기수자가입자회선
비트삽입
비동기시간령역다중화
비트
빛섬유를 구내까지(FTTC)
상사교환봉사
상사계층형
상사봉사
상사임대봉사
속도적응비동기수자가입자회선(RADSL)
수자가입자회선(VDSL)
수자봉사단/통로봉사단(DSU/CSU)
수자봉사단위(DSU)
수자신호(DS)봉사
수자자료봉사(DDS)
시간분할-다중화(TDM)
쟘보그룹
조절
주그룹
주파수분할다중화(FOM)
초고속그룹
초고속파형분할다중화(WDM)
통계적시간분할다중화
통과대역
통로
프레임
요청대역너비
E회선

T−2회선
T−1회선
T−3회선
T−4회선
T회선

8. 9. 요 약

- 다중화는 단일자료회선으로 다중신호들을 동시에 전송하는것이다.
- 다중화에는 주파수분할다중화(FDM)와 시간분할다중화(TDM) 두형태가 있다.
- FDM에서 매 신호는 서로 다른 반송주파수를 변조한다. 변조된 반송파가 결합되여 만들어 진 신호는 회선을 통하여 송신된다.
- FDM에서 다중기는 신호를 변조하여 결합하고 역다중화기는 분해하여 복조한다.
- FDM에는 서로 중복되고 간섭하지 않도록 변조된 신호들사이에 금지대역을 설정한다.
- TDM에서는 *n*개 장치에서의 수자신호들이 자료프레임을 만들면서 서로 끼워 넣어 진다(비트, 바이트, 혹은 다른 자료단).
- TDM은 동기식과 비동기식(통계적)으로 나눌수 있다.
- 동기식TDM에서 매 프레임에는 최소한 하나의 슬로트가 있으며 그것은 매 장치를 위하여 봉사한다. 매 장치는 프레임으로 자료를 보내는 순서가 변하지 않는다. 만일 한 장치가 보낼 자료가 없다면 슬로트는 빈것을 보낸다.
- 동기식TDM에서는 매 프레임의 시작에 동기를 위해 한 비트를 덧붙인다.
- 비동기TDM에서는 프레임의 슬로트순서가 장치가 그 시간에 보낼 자료를 가지고 있는가 하는데 의존한다.
- 비동기TDM은 매 슬로트에 장치주소를 덧붙인다.
- 거꿀다중화는 하나의 고속회선을 다중저속회선으로 자료렬을 분할한다.
- 전화봉사는 상사 혹은 수자일수 있다.
- 상사교환봉사는 번호돌리기, 교환, 일시봉사회선을 요구한다.
- 상사임대봉사는 두 가입자사이에 영구적봉사회선이며 번호돌리기가 필요 없다.
- 전화회사들은 음성통로들을 보다 효률적인 전송을 목적으로 련속적으로 커지는 그룹으로 결합하여 다중화한다.
- 교환/156봉사는 상사교환회선과 등가인 수자회선이다. 56Kbps자료속도를 담보하는 수자봉사단(DSU)을 요구한다.
- 수자자료봉사(DDS)는 상사임대회선과 등가인 수자회선이다. DDS는 DSU를 요구한다.
- T회선(T−1~T−4)는 DS봉사의 실현이다.
- 단편T회선은 여러 가입자들이 신호를 다중화하여 하나의 회선을 공유하게 한다.
- T회선들은 북아메리카에서 사용한다. 유럽규격은 E회선이라고 부르는 변종을 규정한다.
- 수자가입자회선(DSL)은 현존 원격통신망이 자료, 음성, 비데오, 다매체를 리용하

게 하는 기술이다.

- DSL계는 비동기수자가입자회선(ADSL), 속도적응비대칭수자가입자회선(RADSL), 고속대칭수자가입자회선(HDSL), 초고속수자가입자회선(VDSL)을 포함하고 있다.
- ADSL에서 내리전송통과대역은 올리전송방향의 4.5배 넓다.
- ADSL은 무반송파진폭/위상(CAP) 혹은 리산다중음조변조(DMT)기술을 리용한다.
- 파장분할다중화(WDM)는 FDM에 대한 개념과 류사하다. 그러나 다중화된 신호는 빛파이다.
- 유선텔레비존전화망은 《빛섬유를 구내까지(FTTC)》를 리용하여 요구되는 빛섬유의 량을 감소시킨다.
- 리산다중음조기술은 QAM과 FDM의 요소들을 결합하고 내리전송방향에 더 넓은 통과대역을 보장하였다.

8. 10. 련습

복습문제

1. 세가지 주요다중화기술은 무엇인가?
2. FDM은 다중신호를 하나로 어떻게 결합하는가?
3. 금지대역의 목적은 무엇인가?
4. 하나의 FDM신호를 원래구성부분으로 어떻게 분리하는가?
5. WDM은 FDM과 무엇이 류사한가? 그 차이는 무엇인가?
6. TDM의 두가지는 무엇인가?
7. TDM은 다중신호들을 어떻게 하나로 결합하는가?
8. TDM실현의 두가지 형태는 무엇이며 어떻게 서로 차이나는가?
9. 어떻게 하나의 TDM신호를 그것의 원래성분들로 분리할수 있는가?
10 거꿀다중화란 무엇인가?
11. 상사교환봉사와 상사임대봉사사이의 차이는 무엇인가?
12. 신호들의 그룹을 높은 통과대역회선으로 련속적으로 다중화하는 상사계층을 설명하시오.
13. 전화가입자에게 유용한 세가지 수자봉사형태들은 어떤것인가?
14. 교환/156봉사에서 DSU의 기능은 무엇인가?
15. DS계층을 설명하시오.
16. DS봉사와 T회선이 어떻게 관계되는가?
17. T회선이 상사전송에 어떻게 사용되는가?
18. ADSL은 꼬임쌍선의 통과대역을 어떻게 나눌수 있는가?
19. ADSL은 신호를 어떻게 변조시키는가?
20. FTTC는 무엇이며 그것을 어느것이 사용하는가?
21. 수자봉사가 상사봉사에 지원하는 두가지 방식을 지적하시오.

22. DSU는 모뎀과 어떻게 다른가?
23. TDM의 경우 프레임에서 슬로트의 개수와 입구회선의 개수사이의 관계는 무엇인가?
24. 한 DS-0신호가 64Kbps의 자료속도를 가진다. 이 수자는 어디서 온것인가?

선택문제

25. 둘 혹은 그이상의 장치들이 한 매체와 그의 행로를 공유하는것을 _____라고 부른다.
   ㄱ) 변조
   ㄴ) 부호화
   ㄷ) 회선훈련
   ㄹ) 다중화
26. 상사신호는 어느 다중화로 전송할수 있는가?
   ㄱ) DSM
   ㄴ) 동기식TDM
   ㄷ) 비동기식TDM
   ㄹ) ㄴ) 와 ㄷ)
27. 수자신호는 어느 다중화로 전송할수 있는가?
   ㄱ) DSM
   ㄴ) 동기식TDM
   ㄷ) 비동기식TDM
   ㄹ) ㄴ) 와 ㄷ)
28. 어느 다중화기술이 서로 다른 반송주파수를 편이시키는가?
   ㄱ) FDM
   ㄴ) 동기식TDM
   ㄷ) 비동기식TDM
   ㄹ) 우에는 없다
29. 다음의 어느것이 다중화에 필요한가?
   ㄱ) 고용량자료회선
   ㄴ) 병렬전송
   ㄷ) QAM
   ㄹ) 모뎀들
30. 다중화는 _____을 포함한다.
   ㄱ) 한 경로와 한 통로
   ㄴ) 한 경로와 다통로
   ㄷ) 다경로와 한 통로

ㄹ) 다경로와 다통로

31. 동기 TDM에서 *n*개 신호원천의 경우에 매 프레임은 적어도 _____개의 슬로트를 가지고 있다.

  ㄱ) *n*

  ㄴ) *n*+1

  ㄷ) *n*−1

  ㄹ) 0으로부터 *n*까지

32. 비동기 TDM에서 *n*개 신호원천의 경우에 매 프레임은 *m*슬로트를 포함한다. 여기서 보통 *m*은 *n* _____

  ㄱ) 보다 작다

  ㄴ) 보다 크다

  ㄷ) 와 같다.

  ㄹ) 보다 1작다

33. 비동기 TDM에서 다중화된 경로의 전송속도는 보통 신호원천들의 전송속도의 합 ______

  ㄱ) 보다 크다

  ㄴ) 보다 작다

  ㄷ) 과 같다

  ㄹ) 보다 1 작다

34. 다중화의 어느 형태가 다중경로를 가지는가?

  ㄱ) FDM

  ㄴ) 비동기TDM

  ㄷ) 비동기TDM

  ㄹ) 거꿀다중화

35. 전화봉사의 어느 형태가 최소비용인가?

  ㄱ) 상사교환회선

  ㄴ) 상사임대회선

  ㄷ) 교환/156봉사

  ㄹ) DDS봉사

36. 상사전화봉사의 어느 형태가 번호돌리기를 요구하는가?

  ㄱ) 상사교환회선

  ㄴ) 상사임대회선

  ㄷ) 교환/156봉사

  ㄹ) DDS봉사

37. 상사전화봉사의 어느 형태가 두 가입자사이에 전용회선을 보장하는가?

  ㄱ) 상사교환회선

ㄴ) 상사임대회선
ㄷ) 교환/156봉사
ㄹ) 우의 모든것

38. 교환봉사는 가입자들사이의 접속이 _____을 포함해야 한다는것을 의미한다.
ㄱ) 모뎀
ㄴ) 개인회선
ㄷ) 번호돌리기
ㄹ) 임대회선

39. 임대봉사는 가입자들사이의 접속이 _____을 포함하여야 한다는것을 의미한다.
ㄱ) 모뎀
ㄴ) 전용회선
ㄷ) 번호돌리기
ㄹ) 위상편이

40. 신호의 감쇠와 이지러짐을 감소시키기 위하여 회선은 _____할수 있다.
ㄱ) 다중화
ㄴ) 접지
ㄷ) 확장
ㄹ) 검사

41. 교환/156봉사에서 56은 _____로 설정되였다.
ㄱ) 접속당 가능한 개인회선의 개수
ㄴ) Kbps에서 자료속도
ㄷ) 접속을 실현하는 미크로초의 수
ㄹ) 옴단위의 회선저항

42. 수자장치단(DSU)은 _____에서 요구한다.
ㄱ) DDS봉사
ㄴ) 교환/156봉사
ㄷ) 상사임대봉사
ㄹ) ㄱ) 와 ㄴ)

43. 어느 전화봉사가 가입자에게 전송속도의 선택권을 제공하는가?
ㄱ) 상사교환봉사
ㄴ) 상사임대봉사
ㄷ) 교환/56봉사
ㄹ) DS봉사

44. AT&T의 계층에서 매 집단그룹의 대역너비는 _____를 곱하고 금지대역과 추가 대역들을 합하여 구할수 있다.
ㄱ) 음성통로의 개수에 4,000Hz

ㄴ) 표본속도에 4,000Hz를

ㄷ) 음성통로의 개수에 8bits/표본

ㄹ) 표본속도에 8bits/표본

45. DS−0부터 DS−4까지는 _____이다.

ㄱ) 봉사, 다중기

ㄴ) 봉사, 신호

ㄷ) 봉사, 회선

ㄹ) 다중기, 신호

46. T−1회선에서 _____간격식이 생긴다.

ㄱ) 비트

ㄴ) 바이트

ㄷ) DS−0

ㄹ) 절환

47. 금지대역은 _____의 경우에 대역너비를 증가시킨다.

ㄱ) FDM

ㄴ) 동기TDM

ㄷ) 비동기TDM

ㄹ) 우의 모두

48. 어느 다중화기술이 빛묶음합성신호를 포함하는가?

ㄱ) FDM

ㄴ) 동기TDM

ㄷ) 비동기TDM

ㄹ) WDM

49. DSL은 _____의 실례이다.

ㄱ) 다중화

ㄴ) 분배

ㄷ) 변조

ㄹ) 우의 모두

50. DSL계에서 _____는 감쇠영향을 감소시키려고 2BIQ부호화를 리용한다.

ㄱ) ADSL

ㄴ) RADSL

ㄷ) HDSL

ㄹ) VDSL

51. DSL계에서 _____의 경우에 비용은 요구되는 통신형태에 의존한다.

ㄱ) ADSL

ㄴ) RADSL

ㄷ) HDSL
ㄹ) VDSL

52. _____는 HDSL과 비슷하나 하나의 단일꼬임쌍선케블만 리용한다.
ㄱ) SDSL
ㄴ) ADSL
ㄷ) VDSL
ㄹ) RDSL

53. 만일 가입자로부터 전화중앙국까지 거리가 1,800m 혹은 그이하라면 _____는 좋은 선택이다.
ㄱ) SDSL
ㄴ) ADSL
ㄷ) VDSL
ㄹ) RDSL

54. ADSL에서 최대 주파수대역은 _____의 경우에 사용된다.
ㄱ) POTS
ㄴ) 올리전송
ㄷ) 내리전송
ㄹ) 우의 모두

55. ADSL에서 최소 주파수대역은 _____의 경우에 사용된다.
ㄱ) POTS
ㄴ) 올리전송
ㄷ) 내리전송
ㄹ) 우의 모두

56. _____은 반송신호의 사용을 무시하는 변조기술이다.
ㄱ) TDM
ㄴ) FDM
ㄷ) CAP
ㄹ) DMT

57. _____는 QAM과 FDM원소를 리용하는 변조기술이다.
ㄱ) TDM
ㄴ) CAP
ㄷ) DMT
ㄹ) FTTC

58. FTTC에서 _____는 케블회사로부터 《사용자커프까지》 매체이다.
ㄱ) 동축케블
ㄴ) 꼬임쌍선
ㄷ) 꼬이지 않은 쌍선
ㄹ) 빛섬유

련습문제

59. 다음의 정보가 주어 졌을 때 통로에 대한 최소 대역너비를 구하시오.
    FDM다중화
    매개가 4,000Hz를 요구하는 5개 장치
    매 장치에 대하여 200Hz의 금지대역
60. 다음의 정보가 주어 졌을 때 매 신호원천에 대한 최대 대역너비를 찾으시오.
    FDM다중화
    전체 유효대역=7,900Hz
    세 신호원천
    매 장치에 대한 200Hz금지대역
61. 신호가 다중화될 때 다중화된 신호의 하나의 크기 *n*이 주어 졌다. FDM의 경우에 *n*은 어떻게 표시되는가. TDM의 경우에 *n*은 어떻게 표시되는가
62. 다섯개 신호원천이 TDM을 리용하여 부호화된다. 매 원천은 초당 100문자를 만든다. 비동기식이며 바이트간격식이고 매 프레임은 한 비트를 요구한다고 하자. 프레임속도는 얼마인가. 통로에서 비트속도는 얼마인가?
63. 다음의 정보가 주어 졌을 때 문자자료를 보여 주는 동기TDM프레임을 그리시오.
    네개의 신호원천
    원천1 통보문:TEG
    원천2 통보문:A
    원천3 통보문 :
    원천4 통보문 : EFIL
65. 비동기식TDM과 세 문자의 프레임크기라고 할 때 앞의 문제를 실현하시오.
66. T−1프레임의 경우에 지속시간은 얼마인가?
67. T−2회선은 6.312Mbps장치를 제공한다. 왜 이 개수는 4×1.544Mbps가 아닌가?
68. 500세대의 작은 도시가 있고 매 집이 하나의 전화를 가지고 있다고 하자. 만일 매 전화접속이 점대점(전용회선)이라면 총 회선은 얼마나 필요한가. 어떻게 다중화를 실현할수 있는가?
69. 교환봉사를 위한 대역너비는 0부터 4,000Hz사이에서 유용하다. 왜 그런가?
70. 그림 8−29에서 표본속도는 초당 8,000표본이다. 왜 그런가?
71. 만일 단일방식빛섬유가 2Gbps에서 전송할수 있다면 한 케블을 얼마의 전화통로가 리용할수 있는가?
72. 매 T회선의 경우에 음성통로당 부가비트(비트들)를 계산하시오. 음성통로당 부가비트퍼센트는 얼마인가?
73. 매개가 4kHz를 리용하는 세개의 음성회선이 AM을 리용하고 아래쪽 대역을 제거하여 다중화한 주파수이다. 반송주파수들이 각각 4, 10, 16kHz일 때 결과 신호의 주파수령역표시를 그리시오. 대역너비는 얼마인가?

74. 만일 1kHz의 금지대역을 가진 20개의 음성급신호(매개가 4kHz)를 결합하려고 한다면 통과대역은 얼마나 요구되는가?

75. 그림 8-37에서 매단의 결과신호의 주파수령역표시를 보여 준다. 금지대역은 없다고 보고 적당한 반송주파를 선택하시오.

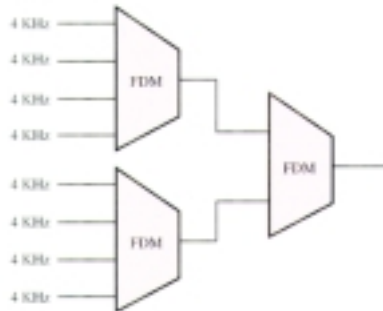



그림 8-37. 문제 75

76. 그림 8-38에서 매단의 결과신호를 주파수령역표시로 참고. 금지대역은 무시하시오. 적당한 반송주파수를 선택하시오.

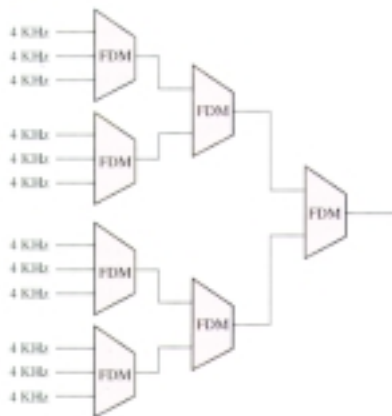



그림 8-38. 문제 76

77. 동기TDM을 리용하여 100대콤퓨터를 다중화하였다. 만일 매 콤퓨터가 14.4Kbps의 속도로 자료를 송신한다면 그 회선의 회로비트속도는 얼마인가. T-1회선은 이 상태를 관리할수 있는가.

78. 문제 77에서 만일 70대콤퓨터만이 어떤 순간에 송신하고 있다면 얼마나 많은 대역너비가 랑비되는가?

79. 만일 동기TDM을 리용한다면 그림 8-39에서 매 회선의 최소비트속도는 얼마인가. 프레임화(동기)비트들은 무시하시오.

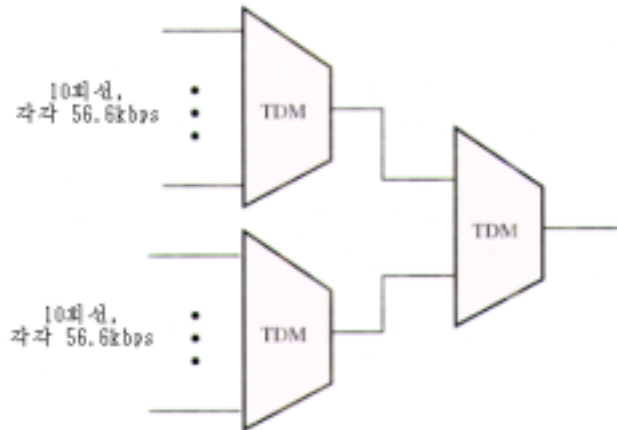



그림 8-39. 문제 79

80. 그림 8-40은 다중기를 보여 준다. 만일 슬로트가 10bit이라면(매 입구가 취하는 세 비트와 하나의 프레임비트) 출구비트렬은 어떤가? 출구비트속도는 얼마인가. 출구회선에서 매 비트의 지속시간은 얼마인가. 초당 몇개 슬로트가 송신되는가? 매 슬로트의 지속시간은 얼마인가?

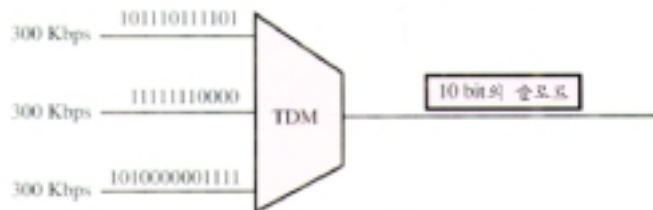



그림 8-40. 문제 80

81. 그림 8-41은 역다중화기를 보여 준다. 만일 입구슬로트가 12bit길이라면(프레임비트는 무시) 매 출구렬에서 비트렬은 어떤것인가. 매 출구회선에서 비트속도는 얼마인가?

그림 8-41. 문제 81

82. 그림 8-42는 역다중기를 보여 준다. 만일 입구자료속도가 15Mbps라면 매 회선에서 속도는 얼마인가. T-1회선의 봉사가 이 목적을 리용할수 있는가? 프레임비트는 무시하시오.

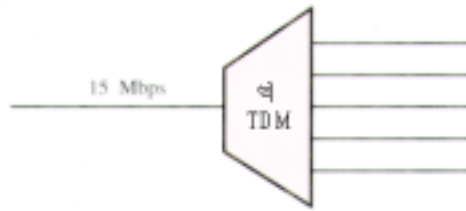



그림 8-42. 문제 82

83. 그림 8-43은 통계적TDM다중기를 보여 준다. 만일 모두 10개 회선이 자료를 송신하고 있다면 매 회선의 자료속도는 얼마나 감소되는가. 같은 시간에 전체 용량을 다 리용하려면 얼마나 많은 국이 자료를 전송하여야 하는가?

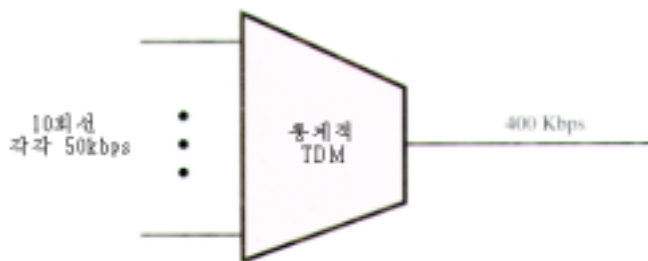



그림 8-43. 문제 83

84. 그림 8-44는 통계적TDM다중기를 보여 준다. 어떤것이 출구되겠는가? 주소화를 위한 추가비트는 무시하시오.

85. T-1회선에서 부가비트(초당 추가비트개수)는 얼마인가?

그림 8-44. 문제 84

86. 만일 10Mbps자료속도를 가진 두 이써네트 LAN이 접속하려 한다면 T-1회선이 얼마나 필요하겠는가? 다중기가 필요하겠는가? 역다중기가 필요하겠는가? 그 구조를 그리시오.

제9장. 오유검출과 교정

망의 사명은 한 장치로부터 다른 장치로 자료를 완전하고 정확하게 전송하는것이다. 한 장치가 수신한 자료가 다른 장치에서 전송한 자료와 일치한다는 담보가 없는 체계는 본질적으로 리용할수 없다. 어떤 시각에 원천으로부터 목적지까지 자료를 전송할 때 이지러 질수 있다. 사실 통보문의 전체 내용이 그대로 도착하는것보다 전송도중에 통보문의 일부분이 바뀌여 질 가능성이 더 있을수 있다. 회선잡음을 포함하여 많은 인자들이 주어 진 자료단위의 하나 혹은 그이상비트를 바꾸거나 잃어 버릴수 있다. 믿음성 있는 체계는 이러한 오유를 검출하고 교정할수 있는 구조를 가져야 한다.

자료는 전송중에 이지러 질수 있다. 믿음성 있는 통신의 경우에는 오유가 ㅣ출되고 교정되여야 한다.

오유검출과 교정은 OSI모형의 자료련결층 혹은 전송층에서 실현된다.

9. 1. 오유의 형태들

전자기신호가 한 점으로부터 다른 점까지 전달될 때 열, 자석, 다른 형태의 전기 등의 예견할수 없는 영향을 받는다. 이 영향은 신호의 모양이나 동기를 변화시킨다. 만일 신호가 부호화된 2진자료를 나르고 있다면 이러한 변화는 자료의 의미를 바꾼다. 단일비트오유의 경우에는 0은 1로, 1은 0으로 변한다. 집중오유에서는 다중비트들이 변한다. 실례로 1,200bps의 자료속도를 가진 전송에서 0.01s의 임풀스폭발잡음은 정보의 12bit를 모두 혹은 일부 변화시킨다(그림 9-1을 참고).

그림 9-1. 오유의 형태

단일비트오유

단일비트오유란 술어는 주어 진 자료단위(바이트, 문자, 자료단위 혹은 파케트)의 한 비트만이 1은 0으로, 0은 1로 변한다는것을 의미한다.

단일비트오유에서는 자료단위의 한 비트만 변화한다.

그림 9-2는 한 자료단위에서 단일비트오유의 영향을 보여 준다. 변화의 상태를 리해하기 위하여 한 그룹이 8bit로 되였고 왼쪽에 0bit를 붙인 ASCII문자를 생각해 보자. 본문의 시작을 의미하는 00000010(ASCII STX)을 보냈는데 00001010(ASCII LF)이 수신되였다면 그것은 행바꾸기를 의미한다(ASCII에 대한 그 이상정보에 대하여서는 부록 A를 참고).

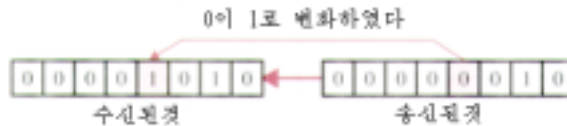



그림 9-2. 단일비트오유

단일비트오유는 일련의 자료전송에서 있을수 있는 오유의 최소형태이다. 왜 그런가를 보기 위하여 송신기가 1Mbps에서 자료를 송신한다고 하자. 이것은 매 비트가 1/1,000,000s 혹은 1μs만 지연한다는것을 의미한다. 1μs잡음은 단일비트오유를 만들수 있다. 그렇지만 그런 현상은 대단히 드물다. 잡음은 보통 이보다 더 길다. 그러나 병렬전송의 경우라면 문제가 다르다. 즉 자료를 보낼 때 단일비트오유가 일어 날수 있다. 실례로 여덟개의 선이 동시에 한 바이트인 여덟비트모두를 보낼 때 그 선들중 하나가 소음성이라면 한 비트는 매 바이트에서 이지러 질수 있다. 콤퓨터쪽에서 병렬전송의 실례는 CPU와 기억기사이의 전송이다.

버스트(burst)오유

집중오유라는 술어는 자료단위에서 둘 혹은 그이상 비트들이 1은 0으로, 0은 1로 변화된다는것을 의미한다.

집중오유는 자료단위에서 둘 혹은 그이상 비트들이 변화되는것을 의미한다.

그림 9-3은 자료단위에서 집중오유의 영향을 보여 준다. 이 경우에 0100010001000011를 보냈는데 0101110101000011로 수신되였다. 집중오유는 그 오유가 련속비트인것은 아니다. 따라서 폭발의 길이는 처음에 이지러 진 비트로부터 마지막에 이지러 진 비트까지로 측정한다. 그사이에서 일부 비트들은 이지러 지지 않을수도 있다.

집중오유는 일련의 전송에서 일어 날수 있다. 잡음의 지속은 보통 한 비트의 지속보다 크며 그것은 잡음이 자료에 영향을 줄 때 비트묶음에 영향을 준다는것을 의미한다. 영향을 받은 비트수는 자료속도와 잡음지속시간에 의존한다. 실례로 1/100s의 잡음은 1Kbps로 자료를 송신한다면 10bit에 영향을 줄수 있고 1Mbps의 경우에는 10,000bit에 영

향을 줄수 있다.

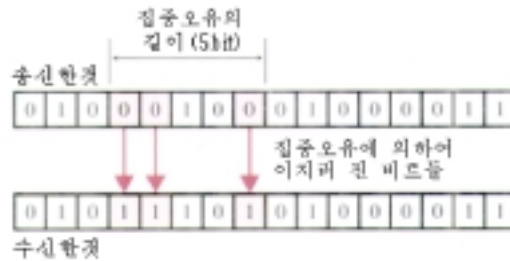



그림 9-3. 다섯비트길이의 집중오유

9. 2. 검 출

어떤 형태의 오유가 발생하고 있다는것을 알고 있을 때 그것을 수정하려면 본문자료의 복사본이 있어야 한다. 그러나 원래의 복사본을 가질수 없다면 어떻게 되겠는가? 전송을 해신하고 의미를 리해하는것이 실패할 때까지는 오유를 수신하였다는것을 알수가 없다. 오유에 대한 검사구조의 경우에 이 방법은 속도가 늦고 비용이 들며 가치가 의문스럽다. 콤퓨터가 쓸데없는것까지도 다 해신하는 체계는 필요없다. 이런 체계에서는 실례로 날씨통계자료에 《코끼리는 코가 길다》라는 문자렬을 리용하였는가를 송신기가 판단하려는것은 무의미한 노력으로 될것이다. 필요한것은 간단하면서도 완전한 대상구조일뿐이다.

여유비트

이 요구들을 만족시킬수 있는 한가지 오유검출기구는 매 자료단위를 두번씩 보내는것이다. 수신장치는 수신된 두개 자료렬사이의 비트-비트비교를 할수 있어야 한다. 임의의 불일치는 오유를 가리킬것이고 적당한 교정기구가 그것을 바로 잡는다. 이 체계는 완전하게 정확할수 있으나(자료의 두 묶음에 꼭 같은 비트오유가 생길 확률은 극히 작다.) 속도가 너무 느리다. 전송시간의 2배만이 아니라 비트별로 매단을 비교하는 시간이 더해져야 한다. 비교를 실현하기 위하여 전송에 추가정보를 도입하는것이 좋다. 자료렬전체를 반복하지 않고 매단의 끝에 짧은 비트묶음을 부가시킬수 있다. 이 기술을 여유비트방식이라고 부르는데 추가비트들이 정보의 여분이기때문이다. 전송의 정확성이 결정되면 즉시 그것은 제거된다.

오유검출은 여유의 개념을 리용하며 목적지에서 오유를 검출할수 있도록 추ㅏ비트를 덧붙여서 진행한다.

그림 9-4는 자료단의 여유정확성을 검사하기 위하여 여유비트를 리용하는 과정을 보

여 준다. 일단 자료렬이 만들어 지면 그것을 해석하는 장치를 통하여 적당하게 부호화된 여유검사비트를 덧붙인다. 여유비트들에 의해 커진 자료단은 회선을 통하여 수신기에 이른다. 수신기는 전체 렬이 검사과정을 거치도록 한다.

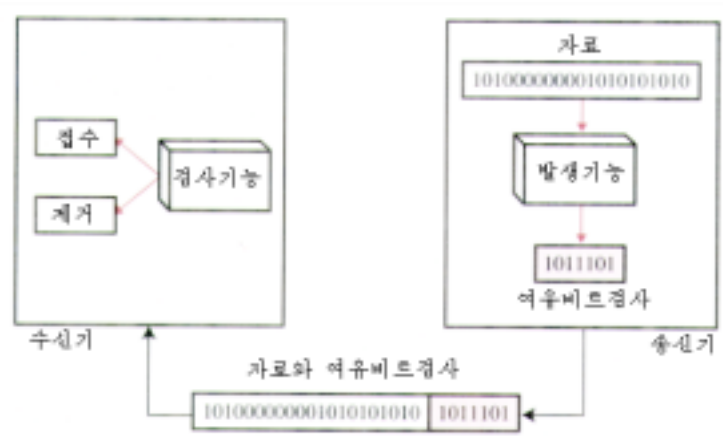



그림 9-4. 여유비트

만일 수신된 비트렬이 검사기준을 통과하면 자료단의 자료부분은 받아 들이고 여유비트들은 제거한다. 자료통신에서 네가지 형태의 여유비트검사가 리용된다. 수직여유비트검사(VRC)(기우성검사라고도 부른다), 세로여유검사(LRC), 순환여유검사(CRC), 검사합(그림 9-5를 참고).

첫 세개 VRC, LRC, CRC는 물리층에서 실현되여 자료련결층에서 리용한다. 네번째인 검사합은 웃층들에서 우선적으로 사용된다.

그림 9-5. 검사방식들

9. 3. 수직여유비트검사(VRC)

오유검출에서 가장 공통적이면서도 최소 비용구조는 흔히 기우성검사라고 부르는 수직여유비트검사(VRC)이다. 이 수법은 기우성비트라고 부르는 여유비트가 매 자료단에 보충되여 그 단에서 1의 총 개수가 우수가 되게 한다. 2진자료단 110001[ASCII a(97)]을 전송하려고 한다고 하자(그림 9-6을 참고). 1들의 개수를 모두 합하면 3이고 기수이다. 전

송하기전에 기우성발생기로 자료단을 통과시킨다. 기우성발생기는 1들을 계산하고 끝에 기우성비트를 덧붙인다(이 경우에 1을). 1들의 개수는 4개이고 우수개이다. 체계는 확장된 전체 자료단위를 망회선을 통하여 전송한다. 그것이 그의 목적지에 도착하면 수신기는 모두 8개 비트를 기우성검사단에 놓는다. 만일 수신기가 11100001을 받았다면 4개의 1들을 계수하고 우수개여서 자료단위를 통과시킨다. 그러나 자료단위가 이 전송에서 파괴되였다면 어떻게 되겠는가? 11100001대신 수신기가 11100101을 받았다면 어떻게 되겠는가? 기우성검사기는 1들을 세고 5를 취하는데 기수개이다. 수신기는 자료단위의 어디엔가에 오유가 끼워 졌다는것을 알고 전체 단을 제거한다.

수직여유비트검사(VRC)에서 기우성은 자료단위에서 1의 합이 우수개로 되ㅣ 한다.

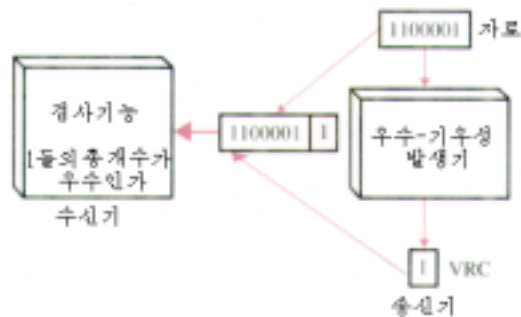



그림 9-6. 우수기우성 VRC개념

간단히 하기 위하여 우수기우성검사를 론의하였고 여기서 1의 개수는 우수개이다. 일부 체계들은 기수기우성검사를 리용할수 있는데 여기서의 1의 개수는 기수개이다. 그 원리는 같은데 계산은 차이난다.

실례 9.1

송신자가 단어 《World》를 보내려한다고 하자. ASCII(부록 A를 참고)에서 그 다섯 문자는 ←1110111 1101111 1110010 1101100 1100100

W o r l d

로 부호화된다.

첫 네개 문자들의 매개는 우수개의 1을 가지고 있으며 따라서 기우성비트는 0이다. 그러나 마지막문자(d)는 세개의 1을 가지고 있기때문에 총 우수개의 1을 만들기 위해 기우성비트는 1로 한다. 아래에 실지 보낸 비트를 보여 주었다(기우성비트들은 밑줄을 그었다).

←1110111<u>0</u> 1101111<u>0</u> 1110010<u>0</u> 1101100<u>0</u> 1100100<u>1</u>

실례 9.2

앞의 실례에서 단어 《World》가 전송에서 이지러 지지 않고 수신되였다고 하자.

←11101110　11011110　11100100　11011000　11001001

수신기는 매 문자에서 1들을 계수하고 우수개수라고 판정한다(6, 6, 4, 4, 4). 따라서 그 자료는 접수된다.

실례 9.3

실례 9.1 에서 단어《World》가 전송중에 오손되여 수신되였다고 하자.

←111*1*1110　11011110　1110*1*100　11011000　11001001

수신기는 매 문자에서 1을 계수하고 우수와 기수(7, 6, 5, 4, 4)개가 도착하였기때문에 자료가 오손된것으로 보고 그것을 제거하고 재송신을 요구한다.

성능

VRC는 모든 단일비트오유를 검출할수 있다. 변화된 비트의 총 개수가 기수개이기만 하면 집중오유도 검출할수 있다. 기우성비트를 포함하여 1들의 총개수가 6인 우수기우성 자료단위를 가졌다고 하자(1000111011). 만일 세 비트가 값이 변하였다면 결과의 기우성은 기수이고 오유가 검출될수 있다. 1*111*111011:9, *011*0111011:7, 1*1000*1*0*011:5−모두 기수. VRC검사결과는 어쨌든간 1로 되며 자료단은 제거된다. 임의의 기수개의 오유에 대해서는 항상 성립한다. 그러나 자료단의 두 비트가 변하였다고 하자. 1*11*0111011:8, 1*1000*11011:6, 1000*0*1101*0*:4. 매 경우에 자료단에서 1들의 개수가 여전히 우수개이다. VRC검사기는 그것들을 합하여 자료단이 두개의 오유가 있어도 우수개수로 판단한다. VRC는 변화비트의 총 개수가 우수개인 오유들을 검출할수 없다. 만일 전송시에 임의의 두 비트가 변한다면 그 변화들은 서로 소거되여 자료단이 손상되였다 해도 기우성검사를 통과해 나간다. 임의의 우수오유개수의 경우도 마찬가지이다.

> VRC는 단일비트오유모두를 검출할수 있다. 매 자료단위에서 오유의 총 개수가 기수개인 경우는 집중오유도 검출할수 있다.

9. 4. 세로여유비트검사(LRC)

세로여유비트검사(LRC)에서는 비트블로크가 표로 작성된다. 실례로 32bit의 블로크를 보내는 대신 그림 9−7에서 보여 주는것처럼 4개 행과 8개 렬로 된 표를 만든다. 매렬의 기우성을 계산하고 8bit의 새로운 행을 만드는데 그 행은 전체 블로크에 대한 기우성이다. 다섯번째 행에서 첫 기우성은 모든 첫 비트들에 기초하여 계산한다. 두번째 기우성비트는 두번째 모든 비트들에 기초하여 계산한다. 이와 같이 원래 자료에 8개의 기우성비트를 첨부하여 수신기에 보낸다.

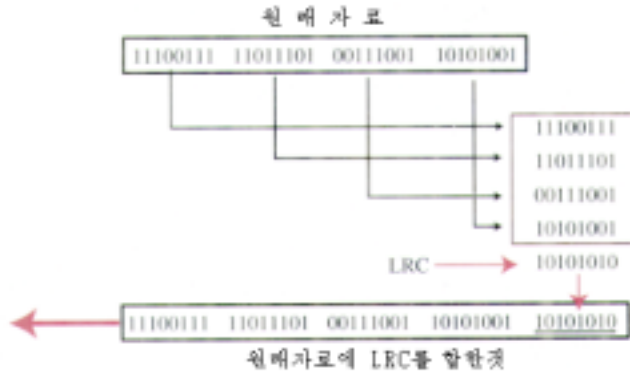



그림 9-7. LRC

세로여유비트검사(LRC)에서 비트블로크는 행으로 나누이고 여유비트행이 전체 블로크에 합해 진다.

실례 9. 4

다음 블로크를 전송하려 한다고 하자.

←10101001 00111001 11011101 11100111 10101010

(LRC)

그러나 8개 비트길이의 폭발잡음이 간섭하여 일부 비트들이 이지러 졌다.

←1010*0011 1000*1001 11011101 11100111 10101010

(LRC)

LRC를 수신기가 검사할 때 일부 비트들은 기우성규칙을 따르지 않으며 전체 블로크는 제거된다(맞지 않는 비트들은 진하게 표시한다.).

←1010*0011 1000*1001 11011101 11100111 **10101**0**1**0

(LRC)

성능

LRC는 집중오유를 검출할 가능성을 증대시킨다. 앞의 실례에서 보여 주는것처럼 *n* 비트의 LRC는 *n*비트의 집중오유를 쉽게 검출할수 있다. *n*비트보다 많은 집중오유도 높은 확률을 가지고 LRC로 검출할수 있다. 그러나 교묘하게 잘 빠지는 하나의 오유패턴이 있다. 만일 한 자료단에서 두 비트가 파손되고 다른 자료단의 같은 위치에서 두 비트가 역시 파손되였다면 LRC검사기는 오유를 검출할수 없을것이다. 실례로 두 자료단을 고찰하자(11110000과 11000011). 만일 처음과 마지막비트들이 변화되여 *0*111000*1*과 *0*100001*0*으로 되였다면 LRC로는 오유를 검출할수 없다.

9. 5. 순환여유검사(CRC)

오유검사에서 가장 우월한 수법은 순환여유검사(CRC)이다. 더하기 방법에 기초하는 VRC와 LRC와는 달리 CRC는 2진나누기에 기초하고 있다. CRC에서는 요구되는 기우성을 만들기 위하여 비트들은 합하지 않고 CRC 혹은 CRC나머지라고 부르는 여유비트렬을 자료단위의 끝에 덧붙인 결과의 자료단을 미리 결정된 개수로 된 두번째 자료단으로 나눌수 있게 한것이다. 목적지에 이른 자료단은 송신측과 같은 개수로 나눈다. 만일 이 단계에서 나머지가 없다면 자료단은 그대로 간주하고 받아 들인다. 나머지가 있다면 자료단이 전송도중에 파손되였기때문에 제거되여야 한다는것을 의미한다.

자료단을 미리 결정된 수로 나누어서 얻어 낸 나머지를 CRC여유비트, 미리결정된 수를 나누는수라고 한다. CRC는 나누는수보다는 한 비트 작아야 하며, 나누는수로 나눈 결과 즉 나머지로써 자료렬끝에 덧붙이는 비트렬이다. CRC오유검출리론과 응용은 정당하다. 다만 복잡성이 있을뿐이다. 이 과정을 명백히 하기 위하여 요약적으로 시작하여 점차 복잡성을 덧붙였다. 그림 9-8은 세가지 기본단계의 륜곽을 보여 준다.

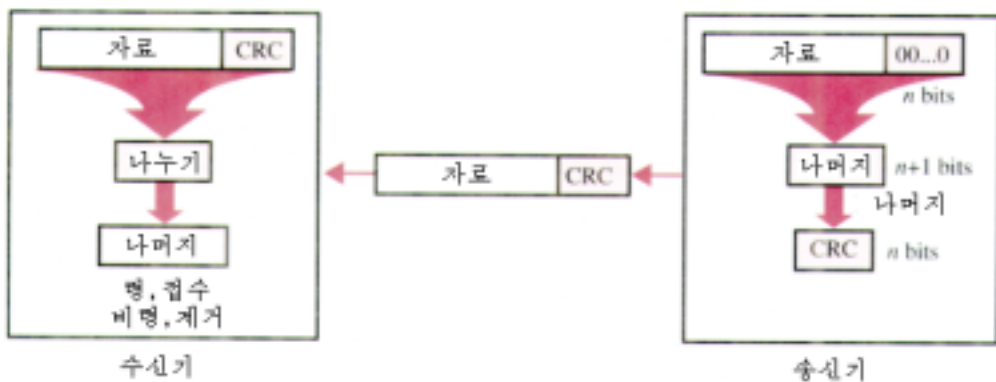



그림 9-8. CRC발생기와 검사기

첫째로, *n*개의 0렬을 자료단에 덧붙인다. 개수 *n*은 미리 결정된 나누는 수(여기서는 *n*+1이다)의 비트개수보다 하나 작다.

둘째로, 새롭게 커진 자료단은 2진나누기라고 부르는 과정을 리용하여 나누는 수로 나누기를 진행한다.

셋째로, 2단계에서 나눈 *n*비트의 CRC는 자료단의 끝에서 추가된 0들과 바뀌운다. CRC는 모두 0일수 있다. CRC가 뒤에 놓인 자료단은 수신기에 자료단위로 도착한다. 수신기는 전체 렬을 한 단위로 취하고 CRC나머지를 찾기 위하여 송신기에서와 같은 나누는수로 나누기를 진행한다. 만일 그렬이 오유없이 도착했다면 CRC검사기는 나머지를 0으로 만들며 자료단은 통과한다. 만일 그 렬이 전송도중에 변화되였다면 나누기는 나머지가 령이 아니며 자료단은 통과하지 않는다.

CRC발생기

CRC발생기는 모듈나누기-2를 리용한다. 그림 9-9는 이 과정을 보여 준다. 첫 단계에서는 4bit나누는 수를 나누이는수 첫 4개 비트에서 던다. 나누는수의 매 비트는 다음 높은 비트를 다치지 않고 나누이는수의 해당한 비트에서부터 덜어 낸다. 우의 실례에서 나누는수 1101이고 나누이는수의 첫 4개 비트 1001로부터 덜어서 100을 만든다(나머지의 0은 내려 쓰지 않는다.). 다음 나누이는수에서 리용하지 않은 비트가 나누는수의 비트개수와 같아 지게 내려 온다. 따라서 다음 단계는 1000-1101이며 결과는 101이다.

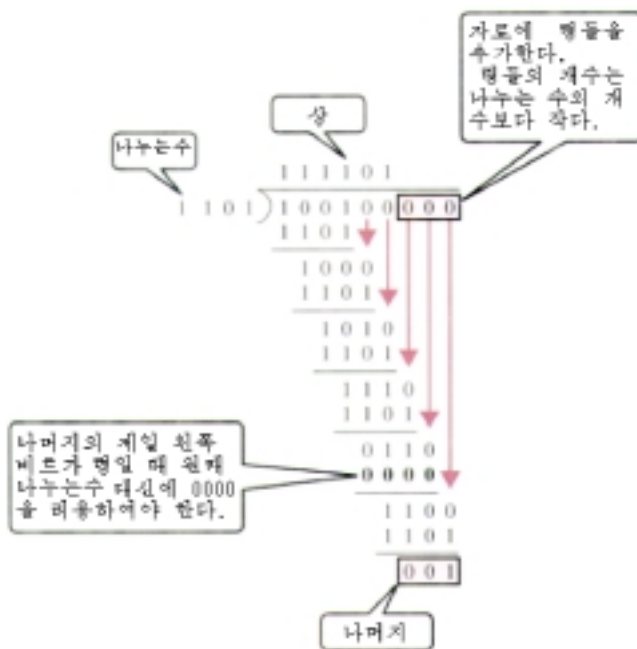



그림 9-9. CRC발생기에서 2진수나누기

이 과정에서 나누는수는 항상 1을 가지고 시작한다. 나누는수는 길이가 같은 이전의 나누이는수의 나머지 부분으로부터 던다. 나누는수는 나누이는수/나머지의 제일 왼쪽 비트가 1인 때만 던다. 나누이는수/나머지의 제일 왼쪽 비트가 0인 때에 나누는수와 같은 길이의 0렬이 나누는수와 바꾸어 진다. 실례로 만일 나누는수가 네개 비트 길이라면 네개의 0들로 교체된다(비트패턴에만 관계하고 량적인 값은 아니다. 0000은 0과 같지 않다.). 이 제한은 어떤 단계에서 제일 왼쪽 덜기가 0-0 혹은 1-1은 둘다 0이라는것을 의미한다. 그러므로 덜기후에 나머지의 제일 왼쪽 비트는 항상 령이며 나누이는수의 다음 리용 안되는 비트는 나머지로 되면서 내려 온다. 즉 나머지의 첫 비트만 내려 온다. 만일 두번째 비트가 역시 0이라면 그것은 유지되고 다음 단계에 대한 나누이는수/나머지는 0을 가지고 시작한다. 이 과정은 전체 나누이는수가 사용될 때까지 되돌이된다.

CRC검사

CRC검사기기능은 발생기와 정확히 같다. CRC가 추가된 자료를 수신한 다음 그것은 같은 모듈나누기-2를 한다. 만일 나머지가 모두 0이라면 CRC는 떨어 져 나가고 자료는 접수된다. 다른 경우는 비트의 수신렬이 제거되고 자료를 다시 보낸다. 그림 9-10은 수신기에서 같은 나누기과정을 보여 준다. 여기서는 오유가 없다고 가정한다. 따라서 나머지는 모두 0이고 자료는 접수된다.

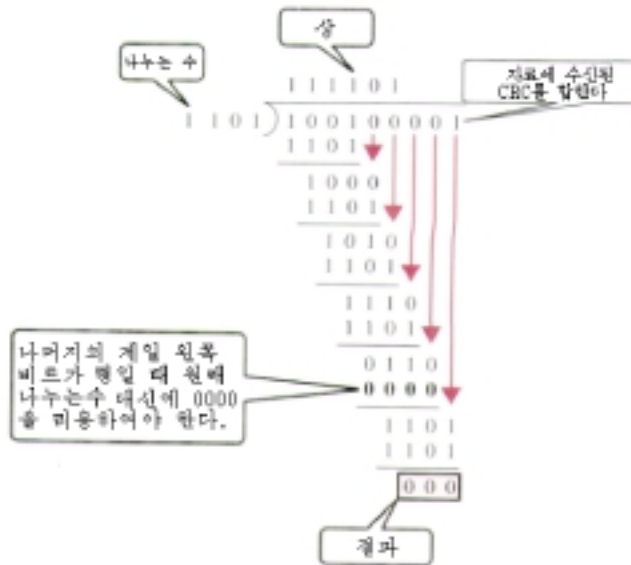



그림 9-10. CRC검사기에서 2진수나누기

다항식

CRC발생기(나누는수)는 1과 0으로 표시하지 않고 대수다항식으로 표시한다(그림 9-11을 참고). 다항식형식은 두가지 리유로 편리하다. 그것은 짧고 수학적개념을 증명하는데 사용할수 있다.

$$x^7 + x^5 + x^2 + x + 1$$

그림 9-11. 다항식

다항식과 그것에 대응하는 2진표시와의 관계를 그림 9-.12에서 보여 주었다.

- 그것은 x로 나눌수 없다
- 그것은 $(x+1)$로 나눌수 있다.

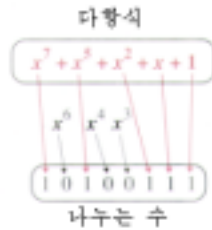



그림 9-12. 나누는수를 표시하는 다항식

첫번째 조건은 검출되는 다항식의 차수와 집중오유길이가 같다는것을 담보한다. 두번째 조건은 기수개비트개수에 영향을 주는 모든 집중오유가 검출된다는것을 담보한다(증명은 이 책에서 론의하지 않는다.).

실례 9. 5

다항식으로써 x(2진수 10 혹은 x^2+x(2진수 110)을 선택할수 없는데 그것은 둘다 x로 나누어지기때문이라는것이 명백하다. 그러나 $x+1$(2진수 11)을 선택할수 있는데 x로는 나누어 지지 않고 $x+1$로는 나누어 지기때문이다. x^2+1(2진수 101)도 선택할수 있는데 그것은 $x+1$로 나눌수 있기때문이다.

CRC발생을 위한 일반규약에서 리용하는 규격다항식들을 그림 9-13에서 보여 주었다. 수 12, 16, 32는 CRC나머지의 크기에 관계된다. CRC나누는수는 13, 17, 33bit이다.

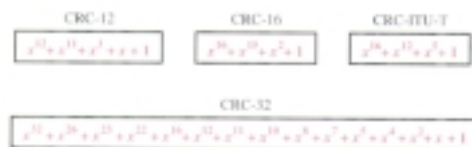



그림 9-13. 규격다항식

성능

ㄱ) 만일 나누는수가 앞에서 언급된 규칙에 맞게 선택되기만 한다면 CRC는 대단히 효률적인 오유검출방법이다. CRC는 기수개 비트에 영향을 주는 모든 집중오유를 검출할수 있다.

ㄴ) CRC는 다항식의 차수보다 작거나 같은 길이의 모든 집중오유를 검출할수 있다.

ㄷ) CRC는 다항식보다 더 긴 집중오유를 대단히 높은 확률을 가지고 검출할수 있다.

실례 9. 6

12차를 가진 CRC-12($x^{12}+x^{11}+x^3+x+1$)는 기수개수비트에 영향을 주는 모든 집중오유를 검출할수 있으며 12보다 작거나 같은 길이를 가진 모든 집중오유도 검출할수 있

고 2 혹은 그이상 길이를 가진 여러 집중오유는 99.97%로 검출할것이다.

9. 6. 검사합

보다 높은 층이 사용하는 오유검출방법을 검사합이라고 부른다.
VRC, LRC, CRC와 마찬가지로 검사합도 여유의 개념에 기초하고 있다.

검사합발생기

송신기에서 검사합발생기는 자료단을 n비트(보통16)의 같은 토막으로 나눈다. 이 토막들은 총합이 역시 n비트길이가 되도록 1의 보수를 리용하여 합한다. 그 총합은 보수화되고 검사합마당이라고 불리우는 여유비트로써 원래 자료단의 끝에 첨부된다. 확장된 자료단은 망회선을 통하여 전송된다. 자료의 합이 T라면 검사합은 −T일것이다(그림 9−14와 9−15를 참고).

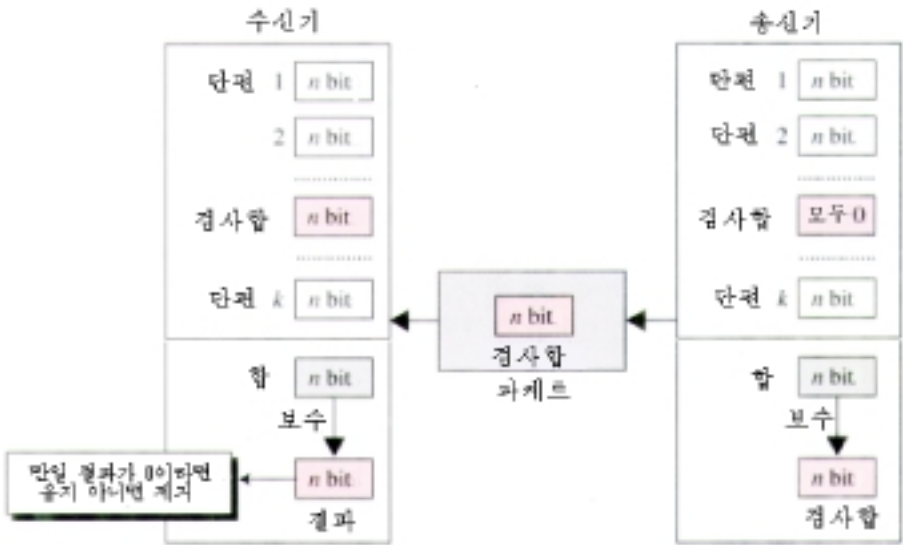



그림 9−14. 검사합

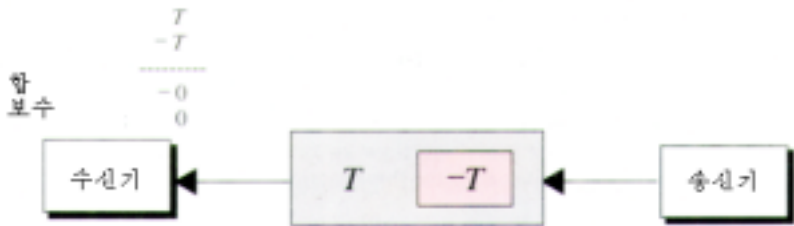



그림 9−15. 자료단과 검사합

검사합검사기

수신기는 우에서처럼 자료단을 세 분할하고 모든 토막들을 함께 합하여 그 결과를 보수취한다. 만일 확장된 자료단이 오유가 없다면 자료토막과 검사합마당들을 더한 총값은 령과 같다. 만일 결과가 령이 아니라면 그 파케트는 오유를 포함하고 있으며 수신기는 그것을 제거한다(부록 C를 참고).

> 송신기는 다음의 단계를 거친다.
> - 단은 매개가 n비트인 k개의 단편들로 나눈다.
> - 모든 단편들은 1의 보수를 리용하여 합한다.
> - 합은 보수가 취해 져서 검사합으로 된다.
> - 검사합은 매체를 통하여 송신한다.

> 수신기는 다음의 단계를 거친다.
> - 단은 매개가 n비트인 k개 단편으로 나눈다.
> - 모든 단편들은 1의 보수를 리용하여 그 합을 합한다.
> - 그 합은 보수취해 진다.
> - 만일 결과가 령이면 그 자료는 받아 들이며 아니라면 제거한다.

실례 9. 7

16bit인 다음 블로크를 8bit검사합을 만들어 송신하려 한다고 하자.

←10101001 00111001

그 수들은 1의 보수를 리용하여 합해 진다.

```
        10101001
        00111001
   합   11100010
검사합  00011101
```

보내려는 패턴은

←10101001 00111001 00011101

검사합

이다.

실례 9.8

수신기가 실례 9.7에서 보낸 패턴을 받았고 오유는 없다고 하자.

10101001 00111001 00011101

수신기가 세 단편을 함께 합할 때 모두 1이 되고 보수후에는 모두 0이며 오유는 없다는것을 보여 준다.

10101001
00111001
00011101
합 11111111

보수는 00000000이고 그 패턴은 《좋다》는것을 의미한다.

실례 9.9

네 비트에 영향을 주는 다섯개 길이의 집중오유가 있다고 하자.

10101*111* *11*111001 00011101

수신기는 세개의 단편을 모두 합한다.

10101111
11111001
00011101

결과 1 11000101
올림 1

합 11000110
보수 00111001

패턴이 오염되였다는것을 의미한다.

성능

검사합은 기수개의 비트를 포함한 많은 오유들만이 아니라 우수개 비트를 포함한 모든 오유들도 검출한다. 그러나 만일 자료의 한 토막에서 하나 혹은 그이상의 비트가 파손되고 두번째 토막에서도 해당한 비트 혹은 비트들이 반대값으로 파손되였다면 그 렬의 합은 변하지 않고 수신기는 그 문제점을 검출하지 못할것이다. 만일 한 토막의 최소자리 수자가 0인데 전송중에 1로 변하고 오유가 검출될수 없었다면 다른 토막에서 마지막 1은 0으로 변화되였다는것을 의미한다. LRC에서는 올림수를 버려야 하였기때문에 두 0들은 기우성은 바꾸지 않고 1로 바뀔수 있었다. 그러나 검사합은 올림수를 리용하기때문에 비록 0들이 1로 되여 그자체렬의 값은 바꾸지 않지만 그것들은 다음 높은 렬의 값을 변화시킨다. 그러나 임의의 시간에 비트가 반전되고 다른 자료토막의 해당한 수자가 반대비트로 반전하여 평형되기때문에 오유를 알수 없게 한다.

9．7．오유교정

지금까지 본 구조는 오유를 검출할수는 있지만 교정을 하지 못한다. 오유교정은 두 방식으로 할수 있다. 하나는 오유가 발견되면 수신기가 전체 자료단을 다시 보내게 하는것이고 다른것은 수신기가 오유교정부호를 리용하여 자동적으로 일정한 오유를 교정

하는것이다.

리론적으로는 임의의 2진부호오유를 자동적으로 교정할수 있는 가능성이 있다. 그러나 오유교정부호들은 오유검출부호보다 더 고급하고 더 많은 여유비트들을 요구한다. 단일비트 혹은 집중오유를 교정하는데 요구되는 비트개수는 많은 경우에 그렇게 하는것이 비효률적이라고 할만큼 많다. 때문에 대다수 오유교정은 하나, 둘 혹은 세 비트오유로 제한된다.

단일비트오유교정

오유교정에 깔려 있는 개념은 가장 간단한 경우를 검토하는것으로 어렵지 않게 리해할수 있다. 앞에서 본것처럼 단일비트오유는 자료단에 여유검사비트를 첨부하여 검출할수 있다(VRC). 단일첨가비트는 임의의 비트렬에서 단일비트오유를 검출할수 있는데 그것은 두 상태사이에서만 구별하면 되기때문이다(오유 있다, 오유 없다.).

한 비트는 두 상태(0과 1)를 가진다. 이 두 상태들은 검출준위의 경우에는 충분하다. 그러나 만일 단일비트오유를 검출도 하고 교정하는것도 바란다면 어떻게 되겠는가. 두 상태는 오유를 검출하기에는 충분하나 교정할수는 없다. 오유는 수신기가 1을 0으로 혹은 0을 1로 읽을 때 발생한다. 오유를 교정하기 위하여 수신기는 교체된 비트의 값을 간단히 바꾼다. 그러나 그렇게 하자면 어느 비트가 오유인지 알아야 한다. 따라서 오유교정의 비결은 약간한 비트들을 배당하는것이다.

실례로 ASCII문자의 단일비트오유를 교정하기 위해서 오유교정부호는 7bit중의 어느것을 변화시키도록 하자. 이 경우에 각이한 8개 상태들을 구별하여야 한다. 위치 1에서 오유 있다, 없다, 위치 2에서 오유 있다, 없다, …위치 7에서 오유 있다, 없다. 그렇게 하려면 모두 여덟개 상태를 보여 줄수 있는 여유비트들이 있어야 한다. 얼핏 보아서는 세 비트 여유부호이면 될듯하다. 그것은 세 비트가 여덟개의 각이한 상태들(000부터 111까지)을 보여 줄수 있으며 따라서 여덟개의 서로 다른 가능한 위치를 지적할수 있기때문이다. 그러나 만일 오유가 여유비트 그자체안에서 생겼으면 어떻게 하겠는가. 자료의 7bit에 여유3bit를 더하면 10bit이다. 그러나 3bit는 여덟개의 식별가능성이 있다. 보충비트는 가능한 모든 오유위치를 지적할수 있게 해야 한다.

여유비트

주어 진 자료비트(m)를 교정하기 위하여 요구되는 여유비트의 개수(r)를 계산하려면 m과 r사이의 관계를 알아야 한다. 그림 9-16은 자료의 m비트에 여유의 r비트를 합하였다. 결과 부호의 길이는 $m+r$이다.

만일 전송할수 있는 단의 총개수가 $m+r$라면 그때 r는 적어도 $m+r+1$개의 서로 다른 상태를 지적할수 있어야 한다. 물론 한 상태는 오유가 없다는것을 의미하며 $m+r$상태는 $m+r$의 매 위치에서 하나의 오유위치를 지적한다. 그리하여 $m+r+1$상태는 r비트에 의하여 지정되여야 한다. 그리고 r비트는 2^r개의 서로 다른 상태를 지적할수 있다. 따라서 2^r는 $m+r+1$과 같거나 커야 한다. 즉

그림 9-16. 자료와 여유비트

$$2^r \geq m + r + 2$$

*r*의 값은 *m*(*m*:전송하려는 자료단의 원래 길이)의 값을 아는 조건에서는 결정할수 있다. 실례로 만일 *m*의 값이 7(7bit : ASCII부호처럼)이라면 이 식을 만족시킬수 있는 최소 *r*의 값은 4이다.

$$2^4 \geq 7 + 4 + 1$$

표 9-1은 가능한 *m*값들과 해당한 *r*값들을 보여 준다.

표 9-1 자료와 여유비트사이의 관계

자료비트의 개수 (m)	여유비트의 개수 (r)	총 비 트 (m + r)
1	2	3
2	3	5
3	3	6
4	3	7
5	4	9
6	4	10
7	4	11

하밍부호

지금까지 한 전송에서 있을수 있는 단일비트오유상태를 모두 포함할수 있는 비트개수를 검토하였다. 그러나 어느 위치에 오유가 발생하였는가를 알아 내기 위하여 이 비트들을 어떻게 조작할것인가? 하밍이 개발한 기술은 실제적인 해결을 주고 있다.

여유부호의 위치지정

하밍부호는 임의의 길이의 자료단위에 적용할수 있어서 우에서 서술한 자료와 여유비트사이관계에도 리용할수 있다. 실례로 7bit ASCII부호는 4개의 여유비트를 요구하는데 그것은 자료단의 끝에 덧붙일수도 있고 혹은 원래자료비트들사이에 산개시킬수도 있다. 그림 9-17에서는 이 비트들을 1. 2. 4. 8위치에 놓았다(그 위치는 2의 제곱이며 11비트렬

이다). 아래 실례에서 명백하게 하려고 r_1, r_2, r_3, r_8로써 이 비트들을 표시하였다.

그림 9-17. 하밍부호에서 여유비트들의 위치

하밍부호에서 매 r비트는 자료비트의 한개 결합을 위한 VRC비트이다. 즉 r_1은 자료비트의 한개 결합에 대한 VRC이고 r_2는 자료비트의 다른 결합에 대한 VRC이다. 7bit 자료렬의 경우에 4개의 r값 매개 계산에 리용되는 결합은 다음과 같다.

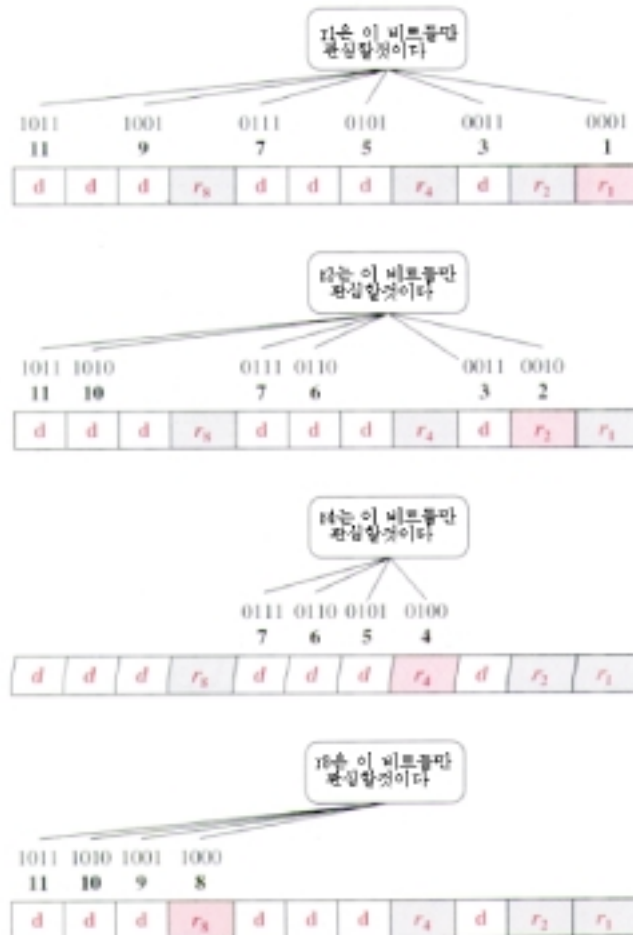



그림 9-18. 여유비트계산

r_1 : 1. 3. 5. 7. 9. 11 비트들
r_2 : 2, 3, 6, 7, 10, 11 비트들
r_3 : 4, 5, 6, 7 비트들
r_8 : 8, 9, 10, 11 비트들

매 자료비트는 하나이상의 VRC계산에 포함될수 있다. 실례로 우의 렬에서 매개 원래자료비트들은 적어도 두조에 포함되며 한편 r비트들은 한조에만 포함된다. 이 전략리면에서 그 패턴을 보려면 매 비트 위치의 2진 표시를 살펴 보아야 한다. r_1비트는 제일 오른쪽위치에서 1이 있는 2진수의 모든 위치를 리용하여 계산한다. r_2비트는 두번째 위치가 1인 모든 비트위치를 리용하여 계산한다(그림 9-18을 참고).

r값 계산

그림 9-19는 ASCII문자에 대한 하밍부호실현을 보여 준다. 첫 단계에서 11개 비트단의 적당한 위치에 매개의 원래문자를 정하였다. 그다음 단계들에서 여러 비트결합을 위한 우수기우성을 계산한다. 매 결합의 기우성값은 해당한 r비트의 값이다. 실례로 r_1의 값은 3, 5, 7, 9, 11bit의 결합에 대한 우수기우성을 보장하도록 계산하였다. r_2의 값은 3, 6, 7, 10을 가지고 우수기우성을 보장하도록 계산하였다. 마지막 11bit부호가 전송회선을 통하여 송신된다.

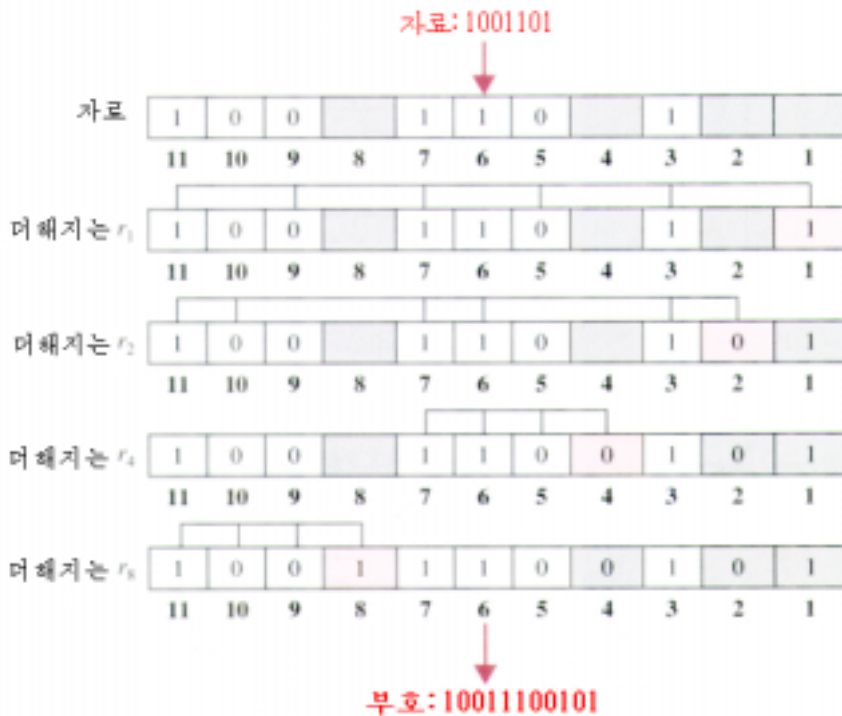



그림 9-19. 여유비트계산 실례

오유검출과 교정

우의 송신이 수신될 때 7번 비트가 1이 0으로 변하였다고 하자(그림 9-20을 참고).

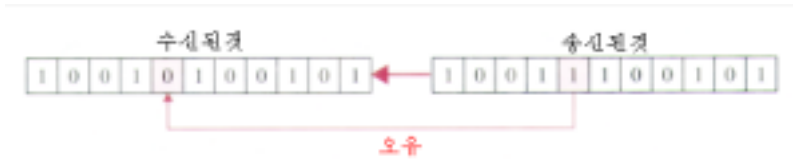



그림 9-20. 단일비트오유

수신기는 수신을 하고 송신기가 사용한 같은 비트묶음을 리용하여 새로운 4개 VRC를 재계산하고 매 묶음에 적당한 기우성(*r*)비트를 더한다(그림 9-21을 참고). 그다음 *r* 위치 (r_1, r_2, r_4, r_8)의 순서로 2진수의 새로운 기우성값을 만든다. 우의 실례에서는 2진수 0111(10진수 7)을 얻었는데 이것은 오유가 있는 위치이다. 일단 그 비트가 확인되면 수신기는 그 값을 반전시키고 오유를 교정한다.

집중오유교정

하밍부호는 일정한 길이의 집중오유를 교정할수 있다. 그러나 이 교정을 하는데 요구되는 여유비트의 개수는 단일비트오유의 경우보다 더 많다. 실례로 2중비트오유를 교정하려면 그 두 비트가 전체 렬에서의 임의의 두 비트결합이여야 한다.

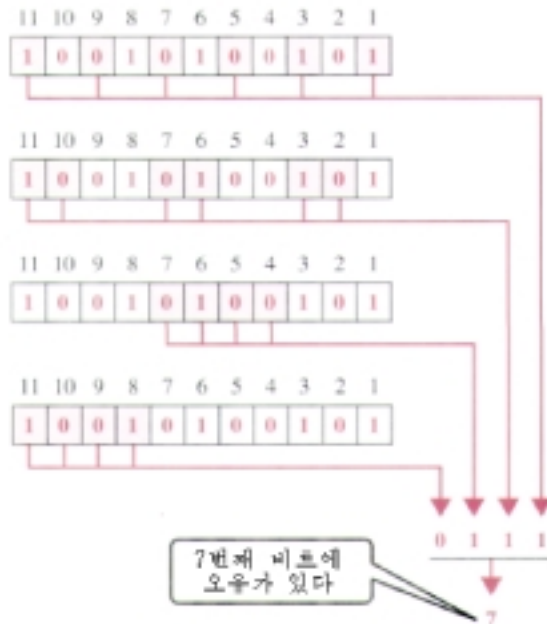



그림 9-21. 하밍부호를 사용하는 오유검출

3bit교정은 전체 렬에서 임의의 3bit일수 있다. 단일비트오유를 교정하기 위한 하밍부호의 전략은 다중비트교정에 적용할수도 있다. 오유취급에 대한 현대적책들에서 보다 기교있는 형식세부를 주었다.

9. 8. 실마리어

1의 보수
검사합
기수기우성
기우성
기우성검사
단일비트오유
집중오유
수직여유비트검사(VRC)
세로여유비트검사
주기여유비트검사(CRC)
하밍부호
여유
오유
오유검출
오유교정
오유취급
우수기우성

9. 9. 요 약

- 전송오유는 보통 OSI모형의 물리층에서 검출된다.
- 전송오유는 보통 OSI모형의 자료련결층에서 교정된다.
- 오유는 다음과 같이 분류할수 있다.
  ㄱ) 단일비트 : 자료단위당 한 비트오유
  ㄴ) 버스트 : 자료단위당 둘 혹은 그이상 오유
- 여유비트는 오유검출시에 리용하기 위한 추가비트를 보내는 개념이다.
- 오유검출의 네가지 공통방법은 다음과 같다.
  ㄱ) 수직여유비트검사(VRC)
  ㄴ) 세로여유비트검사(LRC)
  ㄷ) 주기여유비트검사(CRC)
  ㄹ) 검사합
- VRC에서 추가비트(기우성비트)는 자료단에 합해 진다.
- VRC는 오유의 기수개수만 검출할수 있다. 그것은 우수개의 오유는 검출할수 없다.
- LRC에서 여유자료단위는 *n*자료단위뒤에 놓인다.
- 여유비트검사기술중에서 가장 위력한 기술인 CRC는 2진 나누기에 기초하고 있다.
- 검사합은 제일 높은 층 규약(TCP/IP)의 오유검출에서 사용된다.
- 검사합을 계산하기 위하여

ㄱ) 자료를 단편들로 나눈다
ㄴ) 1보수를 취하고 단편들을 모두 합한다
ㄷ) 마지막합의 보수를 취한다. 이것이 검사합이다

- 수신기에서 검사합방식을 사용할 때 현재 오유가 없다면 자료와 검사합은 령으로 합해 진다.
- 하밍부호는 여유비트를 리용하는 단일비트오유교정방법이다.
- 하밍부호에서 m비트의 자료단의 경우에 필요한 여유비트개수 r를 계산하기 위하여 공식 $2^r \geq m + r + 1$을 리용한다.

9. 10. 련습

복습문제

1. 버스트잡음오유와 단일비트오유는 어떻게 차이나는가?
2. 오유검출에서 여유비트의 개념을 서술하시오.
3. 자료통신에서 사용하는 여유비트검사의 네가지 형태는 어떤것인가?
4. 파손된 자료단의 기우성비트는 어떻게 검출하는가?
5. 우수기우성과 기수기우성사이의 차이는 무엇인가.
6. VRC와 그것이 검출할수 있는것과 없는 오유형태를 설명하시오.
7. LRC와 VRC는 어떻게 관계되는가?
8. LRC로 검출할수 있는것과 없는 오유형태를 설명하시오.
9. CRC발생기는 자료단에 무엇을 첨부시키는가?
10. CRC나머지와 나누는수의 크기사이에 어떤 관계가 있는가?
11. 수신된 자료단이 파손되지 않았다는것을 CRC검사기는 어떻게 아는가?
12. CRC발생기가 리용한 다항식에 무슨 조건이 있는가?
13. LRC에 비한 CRC우점은 무엇인가?
14. 제일 웃층조약이 사용하는 오유검출방법은 무엇인가?
15. 검사발생기는 검사합검사에서 토막들을 합하는데 리용되는것은 어떤 수학을 리용하는가?
16. 검사합을 만드는데 포함되는 단계들을 렬거하시오.
17. 수신된 자료단이 파괴되지 않았다는것을 알기 위하여 검사합검사기는 어떻게 하는가?
18. 검사합으로 검출할수 없는 오유의 종류는 무엇인가?
19. 주어 진 자료비트에서 오유비트를 교정하기 위하여 요구되는 여유비트개수는 무슨 공식으로 계산하는가?
20. 하밍부호의 목적은 무엇인가?

선택문제

21. 오유검출은 보통 OSI모형의 _____층에서 한다.
    ㄱ) 물리
    ㄴ) 자료련결
    ㄷ) 망
    ㄹ) 우의 임의의 것

22. 어느 오유검출방식이 기우성비트의 전체 자료단은 물론이고 매 자료단의 기우성비트로 구성되는가?
    ㄱ) VRC
    ㄴ) LRC
    ㄷ) CRC
    ㄹ) 검사합

23. 어느 오유검사방식이 1의 보수를 리용하는가?
    ㄱ) VRC
    ㄴ) LRC
    ㄷ) CRC
    ㄹ) 검사합

24. 어느 오유검사방식이 자료단에 꼭 하나의 여유비트를 가지고 있는가?
    ㄱ) VRC
    ㄴ) LRC
    ㄷ) CRC
    ㄹ) 검사합

26. 다음의 어느것이 단일비트오유를 가장 잘 묘사하는가?
    ㄱ) 단일비트가 반전된다
    ㄴ) 단일비트가 자료단마다 반전된다
    ㄷ) 단일비트가 전송마다 반전된다
    ㄹ) 우의 임의의것

27. ASCII문자 G가 송신되였고 문자 D가 수신되였다면 이것은 오유의 어떤 형태인가?
    ㄱ) 단일비트
    ㄴ) 다중비트
    ㄷ) 버스트
    ㄹ) 되찾을수 있는

28. 만일 ASCII문자 H가 송신되고 문자 I가 수신되였다면 이것은 오유의 무슨 형태인가?

ㄱ) 단일비트
ㄴ) 다중비트
ㄷ) 버스트
ㄹ) 재생할수 있는 것

29. 주기여유비트검사에서 CRC는 무엇인가?
ㄱ) 나누이는 수
ㄴ) 상
ㄷ) 나누는 수
ㄹ) 나머지

30. 주기여유비트검사에서 나누는수는 CRC ______
ㄱ) 와 같은 크기이다
ㄴ) 보다 한비트 작다
ㄷ) 보다 한비트 크다
ㄹ) 보다 두비트 크다

31. 만일 자료단이 1111111이고 나누는수는 1010, 나머지는 110이라면 수신단에서 나누이는수는 얼마인가?
ㄱ) 111111011
ㄴ) 111111110
ㄷ) 1010110
ㄹ) 110111111

32. 자료단이 111111이고 나누는수가 1010이라면 송신기에서 나누이는수는 얼마인가?
ㄱ) 11111000
ㄴ) 111110000
ㄷ) 111111
ㄹ) 1111111010

33. ASCII오유검출에 기우성이 사용된다면 8bit부호당 0의 개수는 __이다.
ㄱ) 우수
ㄴ) 기수
ㄷ) 무한대
ㄹ) 42

34. 수신기에서 오유가 없다면 검사합과 자료의 합은 ______이다.
ㄱ) −0
ㄴ) +0
ㄷ) 검사합의 보수
ㄹ) 자료의 보수

35. 하밍부호는 ______방법이다.
ㄱ) 오유검출
ㄴ) 오유교정
ㄷ) 오유캐쉬화, 교갑화
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

36. CRC에서는 수신기에서 나머지가 ______면 오유가 없다.
ㄱ) 송신기에서 나머지와 같다.
ㄴ) 령
ㄷ) 비령
ㄹ) 송신기에서 상

37. CRC에서는 송신기의 상은 ______.
ㄱ) 수신기에서 나누이는수로 된다.
ㄴ) 수신기에서 나누는수로 된다.
ㄷ) 무시된다.
ㄹ) 나머지이다.

38. 어느 오유검출방식이 기우성비트를 리용하는가?
ㄱ) VRC
ㄴ) LRC
ㄷ) CRC
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

39. 어느 오유검출방식이 단일비트오유를 검출할수 있는가?
ㄱ) VRC
ㄴ) LRC
ㄷ) CRC
ㄹ) 우의 모두

40. 어느 오유검출방식이 집중오유를 검출할수 있는가?
ㄱ) VRC
ㄴ) LRC
ㄷ) CRC
ㄹ) ㄴ)와 ㄷ)

41. 매개가 8bit인 10개 그룹의 경우에 LRC를 계산한다. LRC가 만들수 있는 비트수는 얼마나 되는가?
ㄱ) 10
ㄴ) 8
ㄷ) 18
ㄹ) 80

42. CRC발생기에서 나누기과정전에 자료단에 ______를 덧붙인다.

ㄱ) 0

ㄴ) 1

ㄷ) 다항식

ㄹ) CRC나머지

43. CRC발생기에서 나누기과정후에 자료단에 ______을 덧붙인다.

ㄱ) 0들

ㄴ) 1들

ㄷ) 다항식

ㄹ) CRC나머지

44. CRC검사에서 ______는 자료단이 파손되였다는것을 의미한다.

ㄱ) 0들의 렬

ㄴ) 1들의 렬

ㄷ) 1과 0이 엇바뀌는 렬

ㄹ) 령 아닌 나머지

련습문제

45. 자료전송에서 2ms버스트잡음의 영향은 최대가 얼마인가?

ㄱ) 1,500bps

ㄴ) 12,000bps

ㄷ) 96,000bps

46. 우수기우성이라고 할 때 다음 자료단의 매 경우에 기우성비트를 구하시오.

ㄱ) 1001011

ㄴ) 0001100

ㄷ) 1000000

ㄹ) 1110111

47. 수신기가 01101011비트패턴을 수신하였다. 만일 체계가 우수기우성 VRC를 리용한다면 그 패턴에 오유가 있는가?

48. 자료의 다음 블로크의 경우에 LRC를 구하시오.

10011001 01101111

49. 10bit렬 1010011110와 1011의 나누는수가 주어 졌을 때 CRC를 구하고 답변을 검사하시오.

50. 111의 나머지와 10110011의 자료, 1001의 나누는수가 주어 졌을 때 자료단에 오유가 있는가?

51. 다음 비트렬에 대한 검사합을 구하시오.

1001001110010011
1001100001001101

52. 1110010001110011의 보수를 구하시오.
53. 1의 보수로 11100011과 00011100을 더한 결과를 설명하시오.
54. 다음 크기의 자료단의 경우에 하나의 단일비트오유를 교정하기 위하여 요구되는 여유비트의 최대수를 구하시오.
ㄱ) 12
ㄴ) 16
ㄷ) 24
ㄹ) 64

55. 비트렬 100111에 대한 하밍부호를 만드시오.
56. 우수기우성을 리용하여 다음의 비트패턴에 대한 VRC와 LRC를 계산하시오.
←−0011101 1100111 1111111 0000000

57. 송신기가 01110001을 보낸다. 수신기가 01000001을 받았다. 만일 VRC만 사용된다면 수신기가 오유를 검출할수 있는가?
58. 다음의 블로크가 우수기우성 LRC를 리용한다.
어느 비트들에 오유가 있는가?
←10010101 01001111 11010000 11011011

59. 한 체계가 8byte의 블로크에서 LRC를 리용한다. 블로크당 얼마의 여유비트를 송신하여야 하는가? 총 비트에 대한 유용비트들의 비는 얼마인가?
60. 만일 나누는수가 101101이라면 CRC의 비트길이는 얼마인가?
61. x^8+x^3+x+1 의 2진등식을 구하시오.
62. 100001110001의 등가다항식을 구하시오.
63. 수신기가 부호 11001100111을 수신하였다. 하밍부호인 알고리듬이 리용될 때 결과는 0101이다. 어느 비트에 오유가 있는가? 교정부호는 무엇인가?
64. 단일비트오유교정에서 3bit부호가 4개 상태중의 하나일수 있다.
오유 없다, 첫 비트 오유, 둘째 비트 오유, 셋째 비트 오유. 이 세 비트들중 몇개가 이 부호를 교정하기 위한 여유비트로 될수 있는가?
65. 문제 64에서의 론리를 리용하여 10bit부호에서 오유를 검출하는데 얼마의 여유비트가 있어야 하는가?
66. 부호 11110101101이 수신되였다. 하밍부호화알고리듬을 리용한다면 원래 보낸 부호는 무엇인가?

제１０장. 자료련결조종

지금까지 매체회선을 통하는 신호의 구조와 전송을 검토하였다. 그러나 만일 두번째 장치가 정확하게 수신하지 못했다면 회선을 통하여 전송된 신호는 모든것에 대한 랑비로 된다. 회선에 신호를 가해 주는 전송은 할수 있으나 그것을 수신할 회선에 련결된 여러 대의 장치들중 어느것을 조종해야 하는지 알수 없으며 의도하는 수신기가 준비되고 수신할수 있는지 알수 없다. 따라서 그 회선에서 두번째 장치가 다른 신호를 동시에 전송하여 본래 신호를 이지러 지지 않게 하는 방법을 모른다. 즉 OSI모형의 물리층에서 전송을 하고 있으나 아직 통신은 할수 없다. 통신은 적어도 두 장치가 동시에 동작할것을 요구한다. 하나는 송신하고 다른것은 수신한다. 이러한 기초배렬조차도 지능교환이 일어 나도록 많은 조종을 요구한다. 실례로 반2중전송에서는 한번에 한 장치만 전송하는것이 기본이다. 만일 회선의 두끌에서 동시에 신호가 가해 진다면 그것들은 충돌이 일어나며 회선에는 잡음외에 아무것도 남는것이 없다. 반2중전송조종은 회선훈련이라고 부르는 처리부분으로써 그것은 자료련결층인 OSI모형의 두번째 층에 포함된 기능들중의 하나이다. 회선훈련외에도 자료련결층에서 가장 중요한 기능은 흐름조종과 오유조종이다(그림 10-1을 참고).

그림 10-1. 자료련결층

집합적으로 이 기능들은 자료련결조종이라고 알려 져 있다.

- 회선훈련은 련결고리체계를 조정한다. 그것은 어느 장치가 보낼수 있는가와 언제 그것을 보낼수 있는가를 결정한다.
- 흐름조종은 확인을 수신하기전에 송신할수 있는 자료량을 지정한다. 그것은 손상되지 않고 수신된 프레임에 대한 수신기의 확인을 보장한다.
- 오유조종은 오유검출과 교정을 의미한다. 그것은 전송중의 프레임손실 혹은 손상에 대하여 수신기와 송신기를 대조하게 하며 송신기가 손상된 프레임들을 재전송하도록 조정한다(그림 10-2를 참고).

그림 10−2. 자료련결층기능

10. 1. 회선훈련

그 체계가 무슨 체계이든 의도하는 수신기가 수신할수 있고 전송을 받을수 있게 준비되였다는 확신을 가질 때까지 그 체계안의 어느 장치도 송신할수 없다. 수신장치가 송신을 기다릴수 없다면 바쁜가 혹은 지령이 없는가를 알아 보아야 한다. 의도하는 수신기의 상태를 결정할 방도가 없다면 송신장치는 비기능수신기에 자료를 송신하여 그의 시간을 랑비할수도 있으며 그 회선에 이미 있던 신호들에 간섭할수 있다. 자료련결층의 회선훈련기능은 회선들의 설치, 주어 진 시간에 지적된 장치들의 권한을 감독하는것이다.

회선훈련은 누가 송신하여야 하는가 하는 질문에 답변한다.

회선훈련은 두 방식으로 할수 있다.즉 조사/확인(ENQ/ACK)과 문의/선택.
첫 방식은 동등통신에서 리용되며 두번째 방식은 1차−2차통신에서 리용된다(그림 10−3을 참고).

ENQ/ACK

조사/확인(ENQ/ACK)은 수신기가 잘못 선택되는 문제가 없는 체계에서 처음으로 사용되였다. 즉 두 장치사이에 전용회선이 있어서 전송에서 우선권을 가진 장치가 의도하는 그 장치뿐일 때 리용하였다.

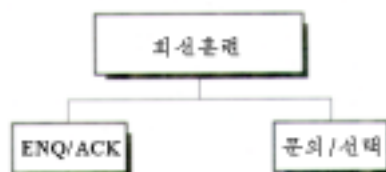



그림 10−3. 회선훈련분류

ENQ/ACK는 어느 장치가 송신을 시작할수 있으며 의도하는 수신기들의 준비 및 허용상태를 종합한다(그림 10−4를 참고). ENQ/ACK를 리용하여 둘다가 같은 지위인 경우에는 회선의 어느쪽에 의해서도 대화가 시작될수 있다. 그러나 인쇄기는 콤퓨터와 통신을 시작할수 없다.

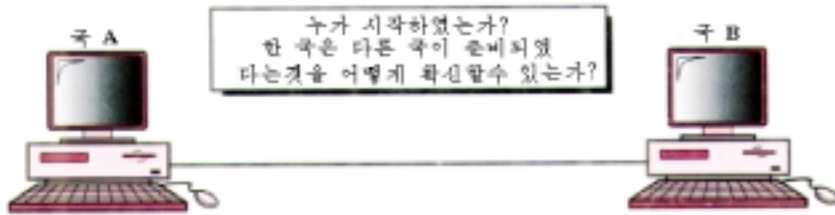



그림 10−4. 회선훈련개념:ENQ/ACK

반2중과 전2중전송에서는 개시자가 대화를 확립한다. 반2중에서 개시자는 그의 자료를 보내고 응답자는 대기한다. 응답자는 개시자가 완료하였거나 응답을 받았다고 할때 회선을 포기할수 있다. 전2중에서 두 장치들은 일단대화가 설정되였다면 동시에 전송할수 있다.

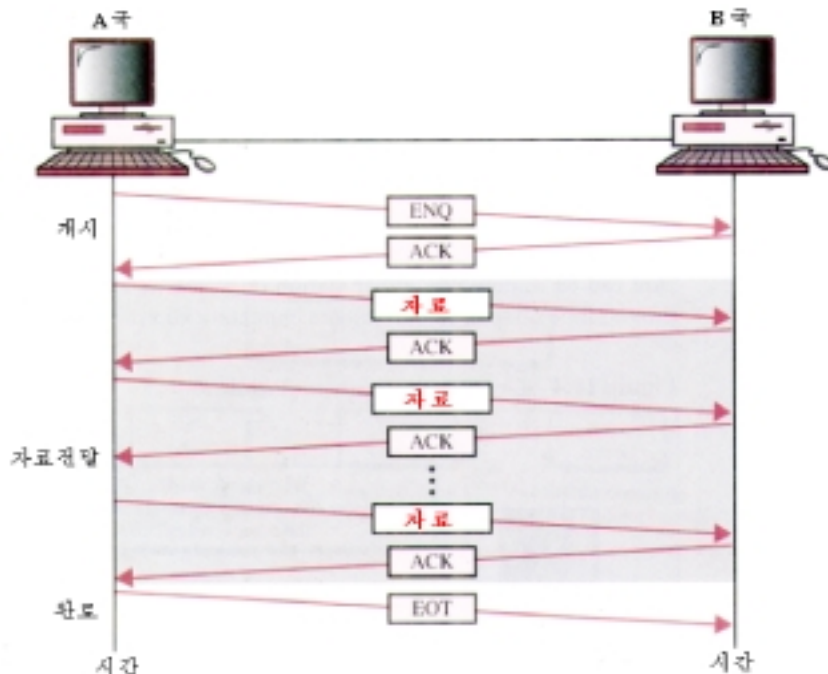



그림 10−5. ENQ/ACK회선훈련

어떻게 동작하는가? 개시자는 먼저 수신기가 자료를 수신할수 있는가를 물어 보는

조사(ENQ)라고 부르는 프레임을 전송한다. 수신자는 수신할 준비가 되였다면 확인(ACK) 프레임이든지 아니라면 부인(NAK)프레임으로 답변하여야 한다. 대답이 부정이라고 해도 응답하도록 함으로써 개시자는 수신기가 현재 전송을 접수할수는 없지만 그의 조사가 수신되였다는것을 알게 된다. 만일 ACK도, NAK도 지정된 시간안에서 수신되지 않으면 개시자는 ENQ프레임이 전송중에 잃어 지거나 접속이 안되였다고 보고 재배치를 요구한다. 본래 개시과정을 포기하기전에 련결고리를 확립하기 위하여 세번의 노력을 하기로 하였다. ENQ에 대한 응답이 세번 다 부정이라면 개시자는 포기하고 다른 시간에 다시 그 과정을 시작한다. 만일 응답이 정이라면 개시자는 자료를 송신할수 있다. 일단 자료가 모두 송신되면 송신체계는 송신끝(EOT) 프레임으로 완료한다. 이 과정을 그림 10−5에서 설명하였다.

문의/선택

문의/선택 회선훈련방식은 한 장치는 1차국으로 지정되고 다른 장치들은 2차국으로 되는 위상구조들에서 리용된다. 다중점체계는 꼭 둘만이 아닌 여러 마디들을 조정하여야 한다. 따라서 이 경우에는 준비상태를 알아 보는것외에 여러 마디들중에서 어느것이 통로를 리용할 권리를 가지는가도 결정되여야 한다 .

어떻게 동작하는가? 다중점회선이 1차장치와 단일전송회선을 리용하는 여러 2차장치들로 구성되였다면 모든 교환은 최종목적지가 2차장치일 때조차 1차장치를 통하여 이루어 져야 한다(비록 다음에 보게되는것이 모선 위상구조라고 하더라도 그 개념은 임의의 다중점구조에 대해서 같다.). 1차장치는 회선을 조종하며 2차장치들은 그의 명령을 따른다. 주어 진 시간에 그 장치가 통로를 리용할수 있는가 하는것을 1차가 결정하게 한다(그림 10−6을 참고). 따라서 1차는 항상 대화의 개시자이다. 만일 1차가 자료를 받고 싶다면 2차가 송신할것을 가지고 있는가를 묻는다. 이 기능을 문의화라고 부른다. 만일 1차가 자료를 보내고 싶다면 목표하는 2차가 수신할 준비가 되였는가고 묻는다. 이 기능을 선택화라고 부른다.

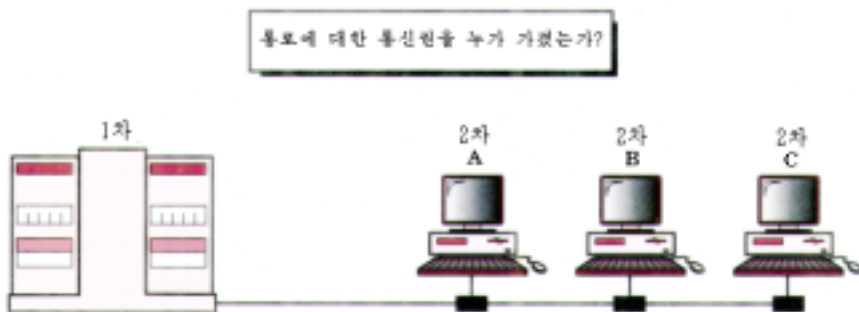



그림 10−6. 조사/선택훈련

주소 점대점구조의 경우에 주소화는 필요 없다. 한 회선에 하나의 장치만이 접속된

경우에 그 장치가 의도하는 다른 장치는 유일하다. 그러나 다중점위상구조에서 1차장치는 지정된 2차장치에 대하여 확인을 하고 통신할수 있는 주소화규칙이 있어야 한다. 때문에 회선의 매 장치는 식별할수 있는 주소를 가지고 있다.

문의/선택규약들은 그 회선의 지정된 장치로부터이든 지정된 장치까지이든 매 프레임을 확인한다. 2차장치들은 서로 다른것과 구별할수 있는 주소를 가진다. 어떤 전송에서나 매 프레임안에서 그 주소는 규약에 의존하는 주소마당 혹은 머리부라고 부르는 특수부분을 구성한다. 만일 1차장치로부터 송신될 때 그 주소는 자료의 수신측을 가리킨다. 2차장치가 송신할 때의 주소는 자료의 발신자를 가리킨다. 12장의 규약을 론의할 때 주소화를 더 론의할것이다.

선택 선택방식은 1차장치가 송신할 무엇인가를 가질 때마다 리용된다. 만일 1차가 자료를 송신도 수신도 안한다면 회선을 리용할수 있다고 리해한다. 만일 송신할 무엇인가를 가지고 있다면 그것을 송신한다. 그러나 목적의 장치가 수신하기에 준비되여 있는지는 모른다(보통 수신준비된것은 *on*을 의미한다.). 그리하여 1차는 2차의 올리전송을 감시하고 2차의 준비상태의 확인을 대기하여야 한다. 자료를 송신하기전에 1차는 의도하는 2차의 주소를 포함하고 있는 마당인 선택(SEL)프레임을 만들고 전송한다. 다중점위상구조는 여러 장치들이 단일회선을 리용하는데 그것은 회선의 어떤 프레임도 매 장치에서 리용할수 있다는것을 의미한다. 한 프레임이 그 회선에서 전송되고 있다면 매 2차장치는 주소마당을 검사한다. 어떤 장치가 자기 소유의 주소를 인식하였을 때만 프레임을 열고 자료를 읽는다. SEL프레임의 경우 자료속에는 자료가 들어 오는것을 감시하는것이 있다. 만일 2차가 수신할수 있다면 1차에로 ACK프레임을 귀환한다. 그러면 1차는 의도하는 2차에 하나 혹은 그이상 자료프레임을 보낸다(그림 10-7을 참고).

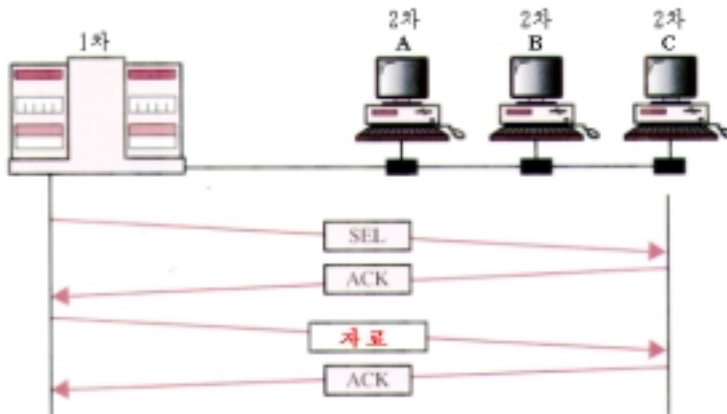



그림 10-7. 선 택

문의 문의화기능은 1차장치가 2차장치에 전송을 요청할 때 리용된다. 우에서 본것처럼 2차는 묻지 않고 자료를 송신할수 없다. 1차가 모든 조종을 진행하는것으로 하여 다중점체계는 한번에 하나의 전송만 진행할수 있다고 담보하는 선행규약들을 더 정의할것을 요구하지 않고도 신호충돌이 없다고 확신한다. 1차가 자료를 수신할수 있게 준비될

때 매 장치들에 송신할것이 있는가를 순차로 물어야 한다. 첫 2차와 교신할 때 송신할것이 없다면 NAK프레임으로, 있다면 자료로(자료프레임의 형태로) 응답하여야 한다. 만일 응답이 부(NAK프레임)라면 1차는 다음 2차에 같은 방식으로 묻는데 그것은 송신할 자료를 가지고 있는 2차를 만날 때까지 계속한다. 응답이 정이면(자료프레임) 1차는 프레임을 읽고 수신을 립증하는 확인(ACK프레임)을 돌려 보낸다. 2차는 리용하고 있는 규약에 따라 련이어 여러개의 자료프레임을 보낼수도 있고 개개를 보내기전에 ACK를 기다려야 할수도 있다. 교환을 끝낼수 있는 두가지 가능성이 있다. 2차가 그의 자료를 모두 송신하고 송신끝(EOT)프레임과 함께 끝내는것과 1차가 《시간이 되였다》고 알리는것이다. 이것들중 어느것이 발생하겠는가 하는것은 규약과 통보문의 길이에 의존한다. 일단 2차가 전송을 완료하면 1차는 나머지 장치들에 문의할수 있다(그림 10-8을 참고).

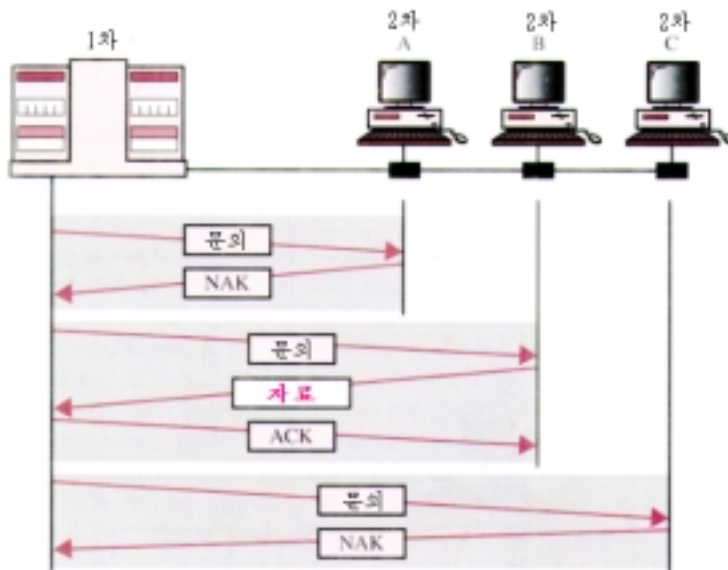



그림 10-8. 문의

10. 2. 흐름조종

자료련결조종의 두번째 양상은 흐름조종이다. 많은 규약들에서 흐름조종은 수신기로부터의 확인을 기다리기전에 얼마나 많은 자료를 송신할수 있는가를 송신기에 알려 주는 절차들의 모임이다. 자료의 흐름은 수신기능력을 압도하지 말아야 한다. 어떤 수신장치는 들어 오는 자료를 처리할수 있는 속도가 제한되여 있고 들어 오는 자료를 저축하는 기억기용량에서의 제한이 있다. 수신장치는 이 제한에 이르기전에 프레임을 적게 보내도록 혹은 일시적으로 정지되도록 송신장치에 알려야 한다. 입구자료는 사용되기전에 검사되고 처리되여야 한다. 이러한 처리속도는 송신속도보다 느리다. 그러므로 수신장치는 그것들이 처리될 때까지 들어 오는 자료를 저축하면서 수신하는 **완충기**라고 부르는 기억기블로크를 가지고 있다. 만일 완충기가 차기 시작하면 수신기가 수신을 다시 할수 있을

때까지 송신기는 송신을 멈추어야 한다.

흐름조종은 확인을 기다리기전에 송신기가 송신할수 있는 자료량을 제한하는데 리용되는 절차들의 모임이다.

통신회선들을 통하는 자료의 흐름을 조정하기 위하여 개발된 두가지 방법이 있다(그림 10-9를 참고).

그림 10-9. 흐름조종의 분류

정지-대기

흐름조종의 정지-대기에서 송신기는 송신한 매 프레임뒤끝에서 확인을 기다린다(그림 10-10을 참고). 확인이 수신될 때만 다음 프레임을 보낸다. 엇바뀌는 송신과 대기의 이 과정을 송신기가 송신끝(EOT)프레임을 송신할 때까지 되돌이된다. 정지-대기는 받아쓰기지시를 주는 까다로운 행정관과 비교할수 있다. 그 녀자는 말하고 그 녀자의 조수는 《예》하고 대답하고 그 녀자는 또 다른 말을 하고 그 녀자의 조수는 《예》라고 말한다.

흐름조종의 정지-대기방법에서 송신자는 한개의 프레임을 송신하고 다음 프레임을 송신하기전에 확인을 대기한다.

정지-대기의 우점은 간단하다는것이다. 매 프레임을 검사하고 확인하는것을 다음 프레임이 송신되기전에 하는것이다. 결함은 비효률적이다. 정지-대기는 속도가 늦다. 매 프레임은 수신기까지 모든 길을 통과하여야 하며 확인은 다음 프레임이 송신되기전에 거꾸로 모든 길을 통과하여야 한다. 즉 매 프레임은 그 회선을 지나야 한다. 송신되고 수신된 매 프레임은 고리를 통과하는데 요구되는 전체 시간을 리용한다. 만일 장치들사이의 거리가 길다면 매 프레임사이에서 ACK를 기다리는데 보낸 시간은 전체 전송시간에 무시할수 없는 량으로 합해 질수 있다.

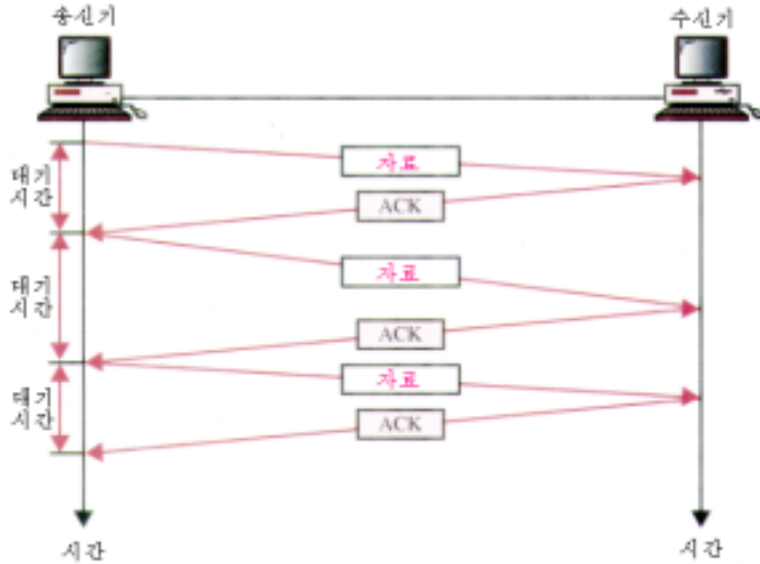



그림 10-10. 정지-대기

미끄럼창문

흐름조종의 미끄럼창문에서 송신기는 확인을 요구하기전에 여러개의 프레임을 송신할수 있다. 프레임들을 련이어 보낼수 있다는것은 그 고리가 여러 개의 프레임을 한번에 보낼수 있으며 회선용량을 효률적으로 리용할수 있다는것을 의미한다. 수신기는 하나의 ACK가 다중자료프레임수신을 확인할수 있다는것을 리용하여 프레임들중의 일부만을 확인한다.

> 흐름조종의 미끄럼창문방법에서는 한번에 여러 프레임들을 전송할수 있다.

미끄럼창문은 송신기와 수신기를 통으로 생각한다. 이 창문은 량쪽에서 프레임들을 유지할수 있고 확인을 요구하기전에 송신할수 있는 프레임개수에 대한 웃제한을 보장한다. 프레임들이 창문에 채워 지기를 기다리지 않고 임의의 점에서 확인할수 있고 창문이 여전히 채워 지지 않아도 송신할수 있다. 프레임이 송신되고 수신되는것을 장악하기 위하여 미끄럼창문은 창문의 규모에 기초한 식별형식을 도입하였다. 프레임들은 모듈-n번호화하였는데 그것은 0부터 n-1까지 번호화되였다는것을 의미한다. 실례로 n=8이라면 프레임들은 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0, 1, …으로 번호화되였다. 창문의 크기는 n-1이다(이 경우에 7). 다른 말로 창문은 전체 모듈(8프레임)을 포함할수 없으며 한 프레임만큼 작다. 이것은 뒤부분에서 론의할것이다.

수신기가 보낸 ACK에는 수신하기를 기다리고 있는 다음 프레임의 번호를 가지고 있다. 즉 수신기는 프레임 4로 끝나는 프레임렬의 수신을 확인하고 번호 5를 포함하고

있는 ACK를 보낸다. 송신기는 번호 5를 가진 ACK를 읽으면 번호 4번까지 모든 프레임이 수신되였다는것을 알수 있다.

창문은 량쪽에서 n–1개 프레임을 유지할수 있다. 따라서 확인을 요구하기전에 n−1개의 최대 프레임을 송신할수 있다. 그림 10−11은 주완충기와 창문사이의 관계를 보여준다.

그림 10−11. 미끄럼창문

송신기창문

송신시작시에 송신기의 창문은 n−1개 프레임을 포함한다. 프레임들이 송신될 때 창문의 크기는 줄어 들면서 왼쪽 경계가 안쪽으로 움직인다. 크기가 W인 창문이 주어 지고 마지막확인 이후에 세개 프레임이 송신되였다면 창문왼쪽 프레임의 번호는 W−3이다. 일단 ACK가 도착하면 창문은 ACK가 확인한 프레임의 번호와 새 프레임의 번호가 같아지도록 확대된다. 그림 10−12에 크기가 7개인 미끄럼창문송신기를 보여 주었다.

그림 10−12에서 보여 준것처럼 크기가 7개인 창문에서 0부터 4까지 프레임이 송신되고 확인이 수신되였다면 송신기의 창문은 두개 프레임을 포함한다 (번호 5와 6). 만일 4번 ACK가 수신되면 4개 프레임(0부터 3)은 파괴되지 않고 도착하였다는것을 알수 있고 송신기창문의 완충기는 네개의 프레임을 포함하여 확장된다. 현재 송신기창문은 6개의 프레임(번호 5, 6, 7, 0, 1, 2)을 가지고 있다.

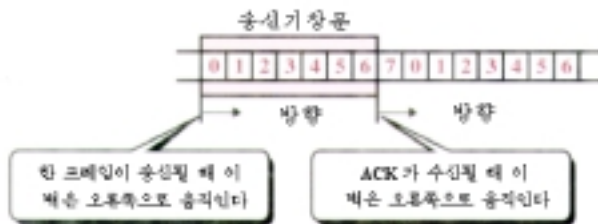



그림 10−12. 송신기미끄럼창문

만일 수신된 ACK의 번호가 2라면 송신기창문은 두개 프레임만큼 확대되여 총 네개가 있다.

> 개념적으로 송신기의 미끄럼창문은 자료의 프레임이 송신될 때 왼쪽으로부터 줄어 들고 확인이 수신될 때 오른쪽으로 확장된다.

수신기창문

송신을 시작할 때 수신기창문은 n−1프레임이 아니라 프레임들에 대한 n−1상태를 포함한다. 새 프레임이 들어 올 때 수신기창문의 크기는 줄어 든다. 따라서 수신기창문은 수신된 프레임의 개수가 아니라 ACK가 송신되기전까지 수신될수 있는 프레임의 개수를 표시하는것이다. 크기가 w인 창문이 주어 지고 확인이 귀환됨이 없이 세개의 프레임이 수신되였다면 그 창문에서 공간의 개수는 w−3이다. 확인이 송신되면 곧 창문은 확인된 프레임의 개수만한 공간을 포함할수 있도록 확장된다. 그림 10−13에 크기가 7개인 수신기창문을 보여 주었다. 그림에서 창문은 7개 프레임공간을 차지하는데 그것은 ACK가 송신되기전에 7개 프레임이 수신될수 있다는것을 의미한다. 첫 프레임이 도착하면 수신창문은 줄어 들고 경계는 0부터 1로 움직인다. 창문크기는 하나 줄고 수신기는 ACK를 보내기전에 6개의 프레임을 접수할수 있다. 만일 0부터 3까지의 프레임들이 도착하고 확인이 없었다면 그 창문은 세개의 프레임공간을 가질것이다(그림 10−13 참고).

그림 10−13. 수신기미끄럼창문

개념적으로 수신기의 미끄럼창문은 자료의 프레임이 수신될 때 왼쪽으로부터 줄어 들고 확인이 송신될 때 오른쪽으로 확장된다.

ACK를 송신하고 수신기창문은 확인한 프레임만큼 새 공간을 확장한다. 실례로 7개 프레임창문에서 만일 앞의 ACK가 프레임 2에 대한것이였고 현재 ACK가 프레임 5에 대한것이라면 창문은 3(5–2)으로 확장된다. 만일 이전 ACK가 프레임 3에 대한것이고 현재 ACK가 프레임 1에 대한것이라면 창문은 6(1+8–3)으로 확대된다.

실례

그림 10−14는 7개 프레임창문을 리용하는 미끄럼창문흐름조종이 어떻게 전송을 진행하는가를 보여 준다. 다음에 볼수 있는것처럼 수신된 프레임에서 오유가 발견되였거나 하나 혹은 그이상의 프레임이 전송도중에 잃어 졌다면 그 과정은 보다 복잡하게 될것이다.

전송시작시에 송신기와 수신기의 창문들은 7개 프레임을 포함할수 있도록 충분히 확장된 상태이다(송신기창문에서 7개 전송프레임, 수신기창문에서 7개 공간유지기). 창문안에서 프레임들은 0부터 7까지 번호화되였는데 그것은 최대크기가 13인 완충기의 일부분이다.

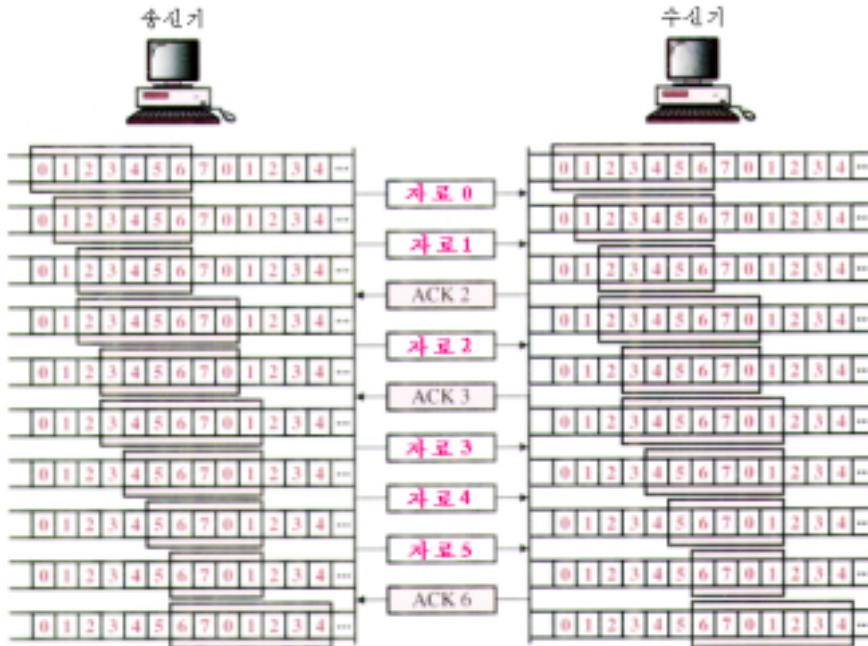



그림 10-14. 미끄럼창문의 실례

창문크기의 세부

흐름조종의 미끄럼창문방법에서 창문의 크기는 모듈대역보다 하나 작아서 수신된 프레임의 확인에서 애매함이 없다. 프레임련속번호들이 모듈-8이고 창문크기도 역시 8이라고 하자. 프레임 0이 송신되고 ACK1이 수신된다고 하자. 송신기는 그의 창문을 확장하고 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0프레임들을 송신한다. 만일 ACK1이 다시 수신된다면 그것은 이것이 이전 ACK1(망에 의하여 중복된다.)인지 현재 송신한 8개 프레임을 확인하는 새로운 ACK1인지 확신할수가 없다. 그러나 만일 창문크기가 7개(8이 아니라)이라면 이런 문제점은 생기지 않다.

10. 3. 오유조종

자료련결층에서 오유조종이란 술어는 오유검출과 재송신방법과 1차적으로 관련되여 있다.

자동반복요구(ARQ)

자료련결층에서 오유교정은 간단히 실현된다. 임의의 시간에 오유는 교환기에서 검출될수 있다. 부의 확인(NAK)이 되돌아 오고 특정한 프레임이 재송신된다. 이 과정을 자동반복요구(ARQ)라고 부른다.

자료련결층에서 오유조종은 자동반복요구(ARQ)에 기초하며 그것은 세 경우 즉 손상된 프레임, 손실된 프레임, 손실확인에 대한 자료의 재송신을 의미하는것이다

때때로 송신동안에 잡음에 의하여 수신기가 전혀 프레임으로써 그것을 인식할수 없이 한 프레임이 손상될수 있다. 그 경우에 ARQ는 그 프레임이 손실되였다는것을 알릴수 있어야 한다. ARQ의 두번째 기능은 손실된 프레임에 대한 자동재송신인데 그것은 ACK와 NAK프레임을 잃은 경우이다(여기서 손실은 수신기대신 송신기가 검출한다.).

ARQ오유조종은 흐름조종을 조정하는 자료련결층에서 실현된다. 사실 정지-대기흐름조종은 보통 정지-대기ARQ로 실현되며 미끄럼창문은 *n*되돌이 혹은 선택적-제거라고 부르는 미끄럼창문 ARQ의 두 변종들중의 하나로 실현된다(그림 10-15를 참고).

정지-대기 ARQ

정지-대기ARQ는 프레임이 손실되였거나 파손된 경우로서 확장된 정지-대기흐름조종이 자료의 재송신을 요구하는것이다. 재송신이 진행되게 하기 위하여 기초적인 흐름조종구조에 네가지 특성을 첨부한다.

- 송신장치는 전송된 제일 마지막프레임복사를 그 프레임에 대한 확인을 수신할 때까지 보관한다. 복사를 보관하는것은 그것들이 정확히 수신될 때까지 송신기가 손실 혹은 파손된 프레임을 재송신하기 위해서이다.

그림 10-15. 오유조종의 분류

- 식별목적을 위하여 자료프레임과 ACK프레임들은 0과 1로 번호화한다.
- 자료 0프레임은 ACK1프레임으로 확인되는데 수신기가 자료 0을 받았고 자료 1을 기다리고 있는 중이라는것을 가리킨다. 이 번호화는 2중전송의 경우에 자료프레임들을 식별할수 있게 한다(밑에서 볼수 있는것처럼 손실된확인의 경우에 중요하다.).
- 만일 전송도중에 오손되여 자료프레임속에서 오유가 발견되면 NAK프레임을 돌려 보낸다. 번호가 없는 NAK프레임들은 송신기가 마지막에 송신한 프레임을 재송신하게 한다.
- 정지-대기ARQ는 송신기가 다음의것을 송신하기전에 마지막프레임에 대한

확인을 수신할 때까지 대기할것을 요구한다. 송신기장치는 NAK를 수신하면 번호를 무시하고 마지막확인후에 송신한 프레임을 재송신한다.

- 송신장치는 시계를 가지고 있다. 만일 기대한 확인이 허락된 시간안에 수신되지 않으면 송신기는 마지막자료프레임이 송신중에 잃어 졌다고 보고 다시 그것을 보낸다.

파손된 프레임

한 프레임에 오유가 있다고 발견되였을 때 수신기는 NAK프레임을 되돌려 보내고 송신기는 마지막프레임을 다시 송신한다. 실례로 그림 10-16에서 송신기는 자료 0프레임을 송신한다. 수신기는 ACK1을 되돌려 보내는데 그것은 자료 0이 파손되지 않고 도착하였으며 자료 1을 기다리고 있다는것을 가리키는것이다. 송신기는 자료 1프레임을 송신한다. 그것이 파손되지 않고 도착하면 수신기는 ACK0을 반환한다. 송신기는 그의 다음 프레임을 송신한다. 수신기는 자료 0에서 오유를 발견하고 NAK를 반환한다. 송신기는 자료 0을 다시 보낸다. 이때 자료 0은 그대로 도착하고 수신기는 ACK1을 되돌려 보낸다.

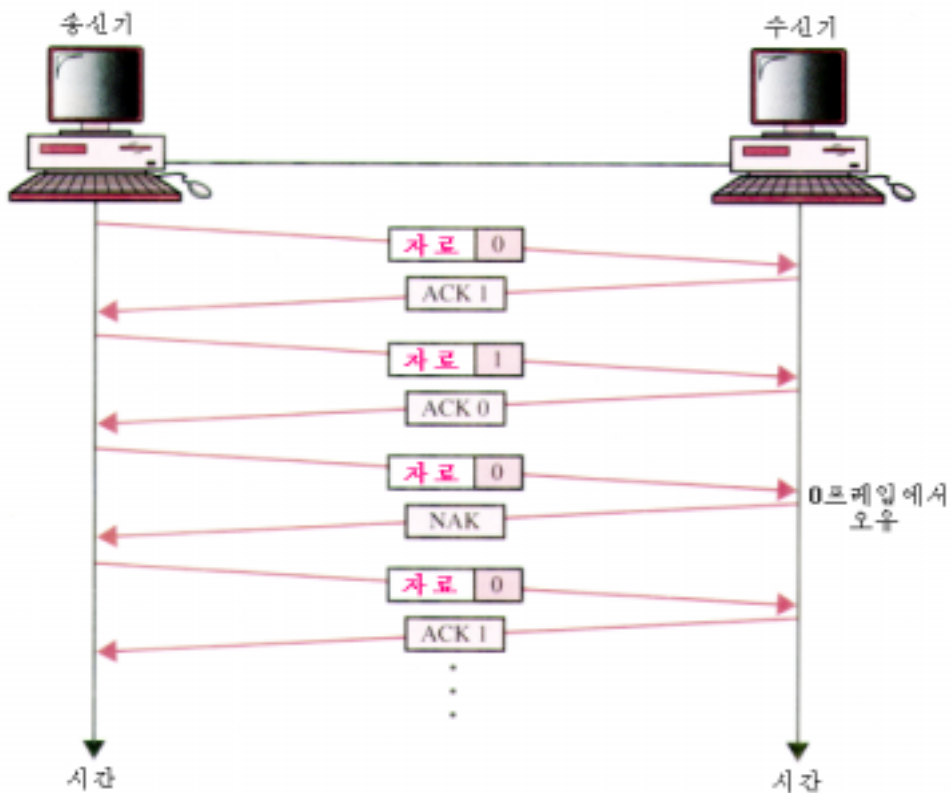



그림 10-16. 정지-대기 ARQ파괴프레임

손실된 프레임

세가지 프레임형태중의 어떤것은 전송도중에 손실될수 있다.

손실된 자료프레임

그림 10-17은 자료프레임의 손실을 정지-대기ARQ가 어떻게 관리하는가를 보여 준다. 우에서 본것처럼 송신기는 자료프레임이 송신될 때마다 시작하는 시계를 가지고 있다. 만일 수신기에서 그 프레임을 결코 복사할수 없으면 수신기는 그것을 정인지 혹은 부인지 확인할수 없다. 송신장치는 ACK 혹은 NAK프레임을 시계가 멎을 때까지 기다리고 그것을 다시 시도한다. 마지막자료프레임을 재송신하고 시계를 재시작하고 확인을 기다린다.

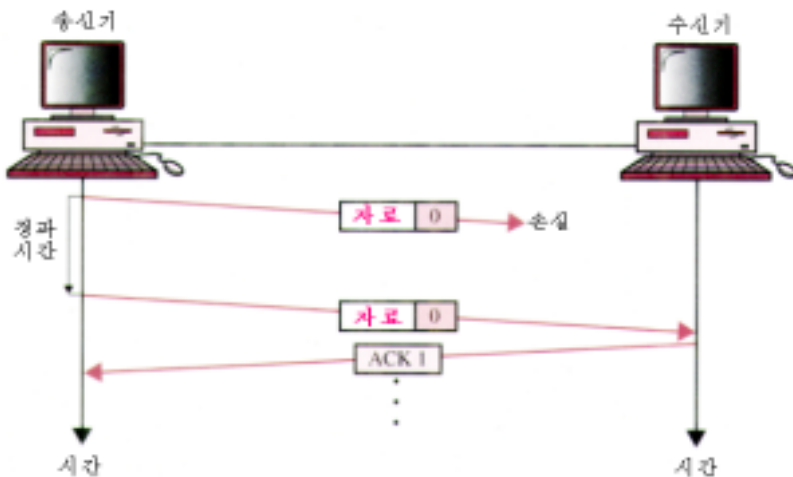



그림 10-17. 정지-대기 ARQ, 손실된 자료프레임

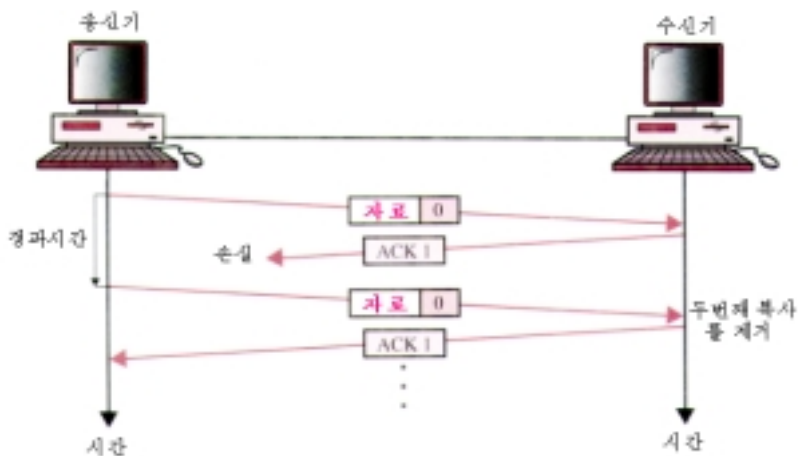



그림 10-18. 정지-대기 ARQ, 손실된 ACK프레임

손실된 확인 이 경우에 자료프레임은 수신기에 도착하여 그것을 받을수 있는지 없는지를 확인한다. 그러나 수신기가 되돌려 보낸 ACK 혹은 NAK프레임은 송신중에 잃어버렸다. 송신장치는 그의 시계가 멎을 때까지 기다리고 다시 자료를 송신한다. 수신기는 새 자료프레임의 번호를 검사한다. 만일 잃은 프레임이 NAK라면 수신기는 새 복사를 받으며 적당한 ACK(복사는 파손되지 않고 도착하였다고 본다.)를 되돌려 보낸다. 만일 잃은 프레임이 ACK였다면 수신기는 새 복사를 중복으로 인식하고 그의 수신을 확인한 다음 그것을 제거하고 다음 프레임을 기다린다(그림 10−18을 참고).

미끄럼창문ARQ

련속전송오유조종에 대한 다목적구조중에서 두가지의 대중적인 규약이 있다. *n*개 되돌이ARQ, 선택적제거ARQ 둘다 미끄럼창문흐름조종에 기초하고 있다. 손실되였거나 혹은 파손된 프레임의 재송신을 포함하여 미끄럼창문을 확대하기 위한 기초적인 흐름조종구조에는 세가지 특성이 첨부된다.

- 송신장치는 확인을 받을 때까지 전송된 전체 복사를 보존한다. 만일 프레임 0부터 6까지 송신하였다면 그리고 마지막확인이 프레임 2에 대한것이였다면(3을 대기하고 있다.) 송신기는 손상되지 않은것을 수신하였다는것을 알 때까지 3프레임부터 6프레임의 복사를 보존한다.
- ACK프레임외에 자료가 파손되여 수신되였다면 수신기는 NAK프레임을 반환한다. NAK프레임은 송신기에 파손된 프레임이 송신되였다고 알린다. 미끄럼창문은 련속송신구조이기때문에 ACK과 NAK프레임을 식별할수 있도록 번호를 붙여야 한다. ACK프레임들은 기대하고 있는 다음의 프레임번호를, NAK프레임은 손상된 프레임 그자체 번호를 송신한다. 두 경우 다 송신기에로의 통보문은 수신기가 다음것을 기다리는 프레임번호이다. 오유없이 수신한 자료프레임은 개별적으로 확인될수 없다. 만일 마지막ACK가 3번호를 가졌다면 ACK6은 프레임 3, 4, 5의 수신을 확인한다. 그러나 손상된 매 프레임은 확인되여야 한다. 만일 프레임 4, 5가 손상되여 수신되였다면 NAK4와 NAK5를 반환하여야 한다. 이때 NAK4는 프레임 4가 그대로 도착하였다고 하기전에 모든 프레임이 수신되였다고 알린다.
- 정지−대기ARQ와 같이 미끄럼창문ARQ에서 송신장치는 손실된 확인을 관리하기 위하여 시계를 장비하였다. 미끄럼창문 ARQ에서 *n*–1개(창의 크기) 프레임들은 확인이 수신되기전에 보낼수 있다. 만일 *n*−1개 프레임이 확인을 기다리고 있으면 송신기는 시계를 동작시키고 임의의것을 송신하기전에 대기한다. 만일 시계가 확인없이 선다면 송신기는 프레임을 수신하지 않았다고 보고 규약에 의존하여 하나 혹은 모든 프레임을 재송신한다. 정지−대기 ARQ를 가졌을 때 송신기는 손실된 프레임이 자료 ACK, NAK프레임인지 알수가 없다. 그러나 자료프레임을 재송신하여 두가지 가능성을 가질수 있다. 즉 손실된 자료와 손실된 NAK이다. 만일 손실된 프레임이 ACK프레임이라면 수신기는 프레임번호에 의하여 여유비트들 인식하고 여유자료를 삭제한다.

*n*되돌이 ARQ

미끄럼창문 *n*되돌이 ARQ방법에서는 한 프레임이 잃어 졌거나 손상되였으면 마지막 프레임이 확인된 이후에 송신한 모든 프레임이 재송신된다.

손상된 프레임 프레임 0, 1, 2, 3이 전송되였거나 수신된 첫 확인이 NAK3이였다면 그것은 무엇인가? NAK는 두가지를 의미한다. (1) 손상된 프레임 이전에 수신된 모든 프레임의 정의 확인과 (2) 지적된 프레임의 부의 확인이다. 만일 첫 확인이 NAK3이라면 그것은 자료프레임 0, 1, 2가 오자없이 수신되였다는것을 의미한다. 프레임 3만은 다시 송신하여야 한다.

프레임 2에 대한 NAK가 수신되기전에 프레임 0부터 4까지 전송되였다면 어떻게 되겠는가. 수신기는 오유를 검출하자마자 파손된 프레임이 정확히 바뀌여 질 때까지 이후 프레임들에 대한 접수를 정지한다. 실례로 자료 2가 파손되여 도착하면 제거하며 자료 3과 4는 그대로 도착하였든 아니든 역시 제거한다. 자료 0과 1은 파손된 프레임이전에 수신하였고 이미 받아 들였으므로 그 사실을 송신기에 NAK2프레임으로 알린다. 따라서 재송신은 프레임 2, 3, 4로 구성한다.

그림 10-19는 프레임 3에서 오유를 발견하기전에 6개의 프레임을 송신한 실례이다. 이 경우에 ACK3이 반환되면서 프레임 0, 1, 2는 모두 접수되였다는것을 송신기에 알린다. 그림에서 ACK3은 자료 3이 도착하기전에 송신되였다. 자료 3은 파손된것으로 발견된다. 그리하여 NAK3이 즉시에 송신되고 프레임 4, 5는 그것들이 들어 오면 제거한다. 송신장치는 세 프레임(3, 4, 5) 모두를 재송신하고 마지막확인까지 그 과정을 계속한다. 수신기는 파손 안된 자료 3을 수신할 때까지 프레임 4, 5를 제거한다(이후의 프레임도 마찬가지이다.).

손실된 자료프레임 미끄럼창문규약은 자료프레임들이 련속적으로 송신될것을 요구한다. 만일 하나 혹은 그이상 프레임들이 잡음으로 이지러 져서 전송에서 잃어 졌다면 수신기에 도착한 다음 프레임은 순서가 어긋나게 될것이다. 수신기는 매 프레임에서 식별번호를 검사하고 하나 혹은 그이상이 빠져나간것을 찾고 잃어 진 첫 프레임에 대한 NAK를 반환한다. NAK프레임은 프레임이 잃어 졌는지 파손되였는지를 지적할수 없으며 재송신할것을 요구할뿐이다. 그다음 송신장치는 NAK가 지적한 프레임을 재송신하고 잃어 진후에 송신한 모든 프레임도 재송신한다. 그림 10-20에서 자료 0과 1은 그대로 도착하였으나 자료 2는 손실되였다. 수신기에 도착한 다음 프레임은 자료 3이나 수신기는 자료 2를 기다리고 있기때문에 자료 3을 오유로 알고 그것을 제거한후 NAK2를 반환하여 0과 1은 접수하였으나 2는 오유(이 경우는 잃었다.)있다고 가리킨다. 이 실레에서 송신기는 NAK2를 받기전에 자료 4를 송신하였기때문에 자료 4는 순서에 어긋나게 목적지에 도착한다. 일단 송신기는 NAK2를 받으면 모든 세 미결프레임(2, 3, 4)를 재송신한다.

손실된 확인 송신기는 매 자료프레임에 대한 ACK프레임을 수신하기를 기다리지 않고 송신한다. 잃어 진 ACK 혹은 NAK프레임을 확인하기 위하여 련속적인 ACK번호를 리용할수 없다. 대신에 시계를 리용한다. 송신장치는 확인을 기다리기전에 창문규격만한 프레임들을 송신할수 있다. 일단 한계에 이르거나 송신기가 더는 송신할 프레임을 가지고 있지 않다면 그것은 대기하여야 한다.

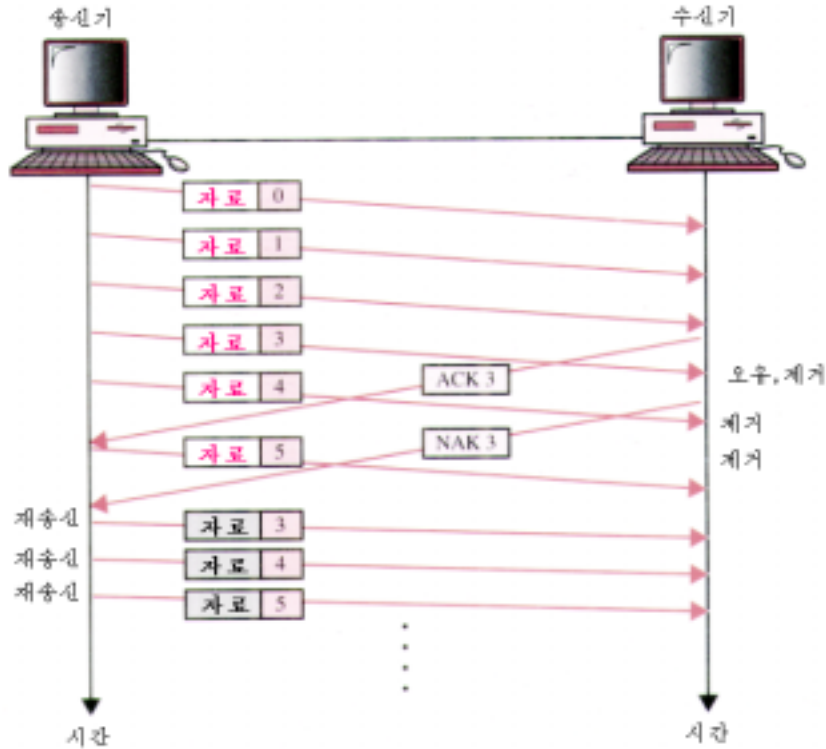



그림 10-19. *n*되돌이 파손된 자료프레임

만일 수신기가 보낸 ACK(혹은 특별히 NAK)를 잃었다면 송신기는 영원히 기다려야 한다. 두 장치관계가 끊기는것을 피하기 위하여 송신기는 창문용량에 이를 때마다 계수를 시작하는 시계를 내장하고 있다. 만일 확인이 시간한계에 이르지 않으면 송신기는 마지막ACK이후에 송신한 모든 프레임을 재송신한다. 그림 10-21은 송신기가 그의 모든 프레임을 전송하고 도중에 잃어 버린 확인을 기다리고 있는 상태를 보여 준다. 송신기는 미리 결정한 시간동안을 기다리고 그다음 미확인된 프레임을 재송신한다. 수신기는 이전의 되돌이를 새 송신인것으로 인식하고 다른 ACK를 보내고 여유자료는 제거한다.

선택적제거 ARQ

선택적제거 ARQ에서는 파손되였거나 잃어 버린 특정한 프레임을 재송신한다. 만일 한 프레임이 전송도중에 오손되였으면 NAK가 반환되고 그 프레임은 순서에 어긋나게 다시 송신한다. 수신장치는 오는 프레임들을 분류할수 있어야 하며 렬의 적당한 위치에 재송신프레임을 끼워 넣어야 한다. 이러한 선택가능성을 가진 선택적제거 ARQ체계는 *n*되돌이 ARQ체계와 다음과 같은 방법에서 차이난다.

- 수신장치는 순서에 어긋나게 수신된 프레임들을 재순서화할수 있는 론리적분류화를 가지고 있어야 한다. 그것은 또한 NAK가 송신된 후에 수신된 프레임들을 파손된 프레임이 교체될 때까지 저축할수 있어야 한다.

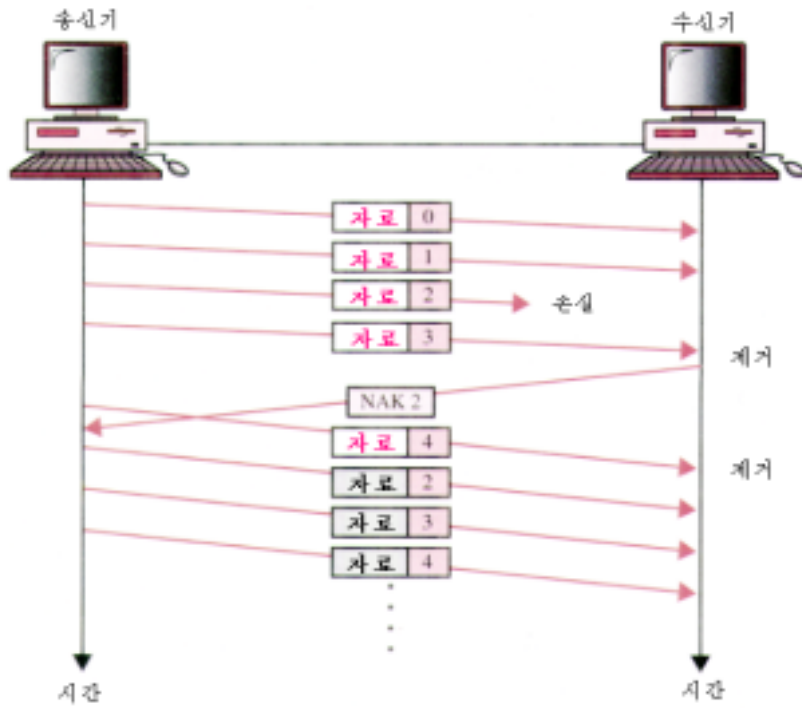



그림 10-20. *n*되돌이손실된 자료프레임

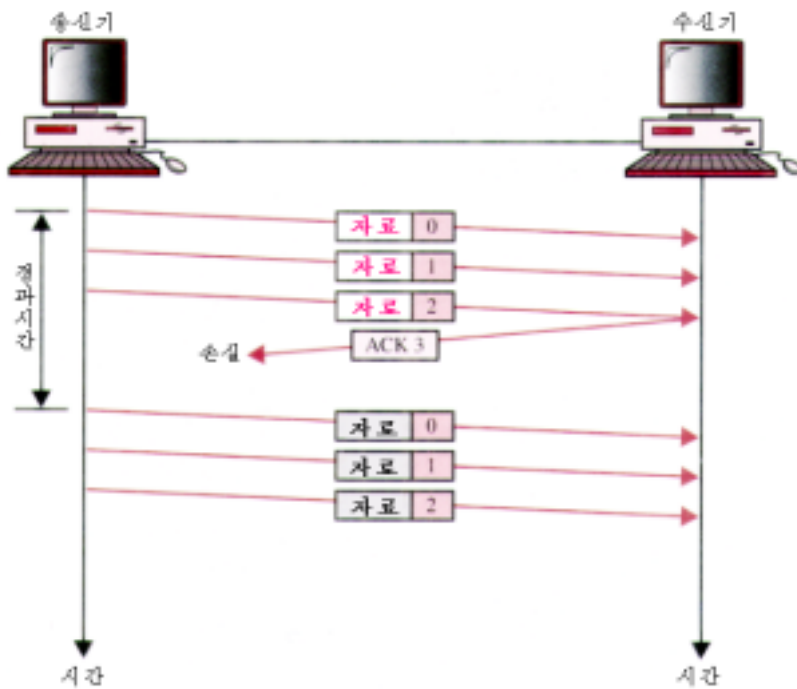



그림 10-21. *n*되돌이손실된 ACK

- 송신장치는 재송신을 요청한 프레임만 찾고 선택하는 탐색구조를 가지고 있어야 한다.
- 수신기에서 완충기는 모든 재송신이 끝나고 2중화된 프레임들을 식별하고 제거할 때까지 이전에 수신한 프레임들을 보관하여야 한다.
- 선택성을 첨부하기 위하여 NAK번호와 같은 ACK번호는 다음 프레임대신에 수신된(잃어 진) 프레임을 예견하게 해야 한다.
- 이 복잡성은 효률적으로 동작하는 동안 *n*되돌이 방법이 요구하는것보다도 더 작은 크기의 창문을 리용할수 있게 한다. 창문크기가 *n*+1/2보다 작거나 같아도 되는데 *n*되돌이 창문크기는 *n*–1이다.

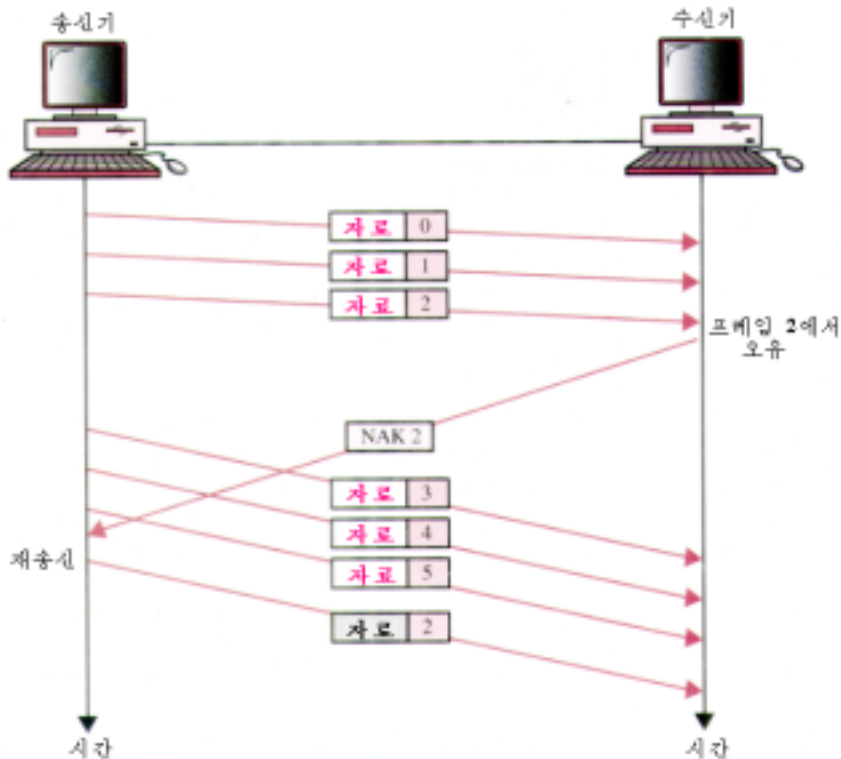



그림 10−22. 선택적−제거파손된 자료프레임

파손된 프레임들 그림 10−22는 파손된 프레임들이 수신되는 상태를 보여 주었다. 우리가 볼수 있는것처럼 프레임 0과 1은 수신되였으나 확인은 되지 않았다. 자료 2는 도착하였고 그것은 오유를 가지고 있는것으로 알려 져 NAK2가 반환된다. *n*되돌이오유교정에서 NAK프레임처럼 여기서 NAK는 앞에서 확인 안된 자료프레임 둘다의 정상성을 확인하고 현재 프레임에서 오유를 지적한다. 그림에서 NAK2는 자료 0과 1이 접수되였으나 자료 2는 재송신해야 한다는것을 송신기에 알린다. 그러나 *n*되돌이체계에서의 수신기와는 달리 선택적제거체계에서 수신기는 오유가 교정될 때까지 대기동안 새 프레임을 받는것

을 계속한다.

그러나 ACK는 오유가 확인되지 않은후에 수신된 프레임으로써 이전의 프레임모두가 아니라 지적된 특정의 프레임만이 손상된 프레임이 재송신될 때까지 련속 수신되여야 함을 암시한다.

그림에서 수신기는 자료 2의 새 복사를 기다리는 동안 자료 3, 4, 5를 접수한다.

새 자료 2가 도착하면 ACK5가 반환될수 있고 새 자료 2와 원래 프레임 3, 4, 5를 확인한다. 순서가 어긋나는 재송신을 분류하며 프레임들이 여전히 잃어 지고 아직 확인되지 않는것을 가지고 있는것을 추적하기 위하여 수신기는 상당히 론리적인 비트를 요구한다.

손실된 프레임들 비록 프레임들이 순서에 어긋나게 접수될수 있어도 그것들은 순서에 어긋나게 확인할수는 없다. 만일 한 프레임을 잃으면 다음 프레임은 순서에 어긋나게 도착할것이다. 수신기는 그것을 포함하여 현재 프레임들의 순서를 짠다면 모순에 봉착하고 NAK를 반환한다. 물론 수신기는 단지 이 프레임들이 생략되는것으로 인식할것이다. 만일 손실된 프레임이 송신의 마지막이였다면 수신기는 아무것도 할수 없고 송신기는 손실을 확인처럼 침묵을 지킬것이다.

손실된 확인 손실된 ACK와 NAK프레임들은 *n*되돌이 ARQ처럼 선택적-제거 ARQ를 취급한다. 송신장치는 그의 총 용량에 이르거나 전송끝에 이를 때 시계를 설정한다. 만일 예견된 시간내에 확인이 도착하지 않으면 송신기는 비확인으로 간주하고 모든 프레임을 재송신한다. 대다수의 경우에 수신기는 그것을 2중화로 인식한것이며 제거한다.

*n*되돌이와 선택적제거의 비교

비록 손상되였거나 손실된 특정의 프레임들만을 전송하는것은 작지 않은 손상되지 않은 프레임들을 재송신하는것보다 더 효과적인듯이 보일수 있다. 수신기에서 요구하는 분류와 저축의 복잡성때문에 그리고 송신에서 특정한 프레임들을 송신기가 선택하기 위하여 필요한 추가적론리때문에 선택적-제거 ARQ는 비용이 비싸고 흔하게 리용되는것은 아니다. 즉 선택적제거는 훨씬 좋은 성능을 제공하나 실제는 실현에서의 복잡성때문에 *n*되돌이보다 호평을 받지 못한다.

> 정지-대기규약은 하나의 창문을 가진 미끄럼창문규약의 특수경우이다.

10. 4. 실마리어

1차국	미끄럼창문 ARQ
2차국	부확인(NAK)
문의	선택
문의/선택	선택적-제거ARQ
미끄럼창문	자동반복요구(ARQ)

전송끝(EOT)	회선훈련
정지-대기	확인(ACK)
정지-대기ARQ	오유조종
조사확인(ENQ/ACK)	완충기
흐름조종	*n*되돌이ARQ

10. 5. 요약

- OSI모형의 두번째 층인 자료련결층은 세가지 기본기능을 가진다. 회선훈련, 흐름조종, 오유조종.
- 회선훈련은 회선에서 장치(송신기 혹은 수신기)의 상태를 확립한다.
- ENQ/ACK는 점대점련결에서 사용되는 회선훈련방법이다.
- ENQ/ACK회선훈련을 리용하는 수신장치는 만일 수신자료가 준비되여 있다면 확인(ACK)으로 응답하고 준비되여 있지 않다면 부정으로(NAK) 응답한다.
- 문의/선택은 회선훈련의 방법이다. 1차장치는 항상 문의 혹은 선택(SEL)프레임을 가지고 통신을 시작한다.
- 문의프레임은 2차가 송신할 자료를 가지고 있다면 1차가 결정한 2차에 송신한다. 2차는 NAK(송신할자료가 없다.) 혹은 자료프레임을 보내는것으로 응답할수 있다.
- 1차장치가 자료수신을 준비할것을 2차에 알리기 위하여 SEL프레임을 보낸다. 2차는 ACK혹은 NAK로 응답한다.
- 흐름조종은 자료전송의 규정이며 따라서 수신기의 완충기는 자료보다 커야 한다.
- 흐름조종에 두가지 기본방법이 있다.
  ㄱ) 정지-대기
  ㄴ) 미끄럼창문
- 정지-대기흐름조종에서 매 프레임은 다음 프레임이 송신되기전에 수신기에 의하여 확인되여야 한다.
- 미끄럼창문흐름조종에서 자료송신은 송신기가 받은 확인에 따라 확장하고 수축하는 가상적인 창문으로 제한된다. 한편 자료수신은 수신된 자료에 따라 확장하고 수축하는 가상창문으로 제한된다.
- 오유조종 즉 손실 및 파손된 자료나 확인을 관리하는 방법은 단지 자료의 재송신이다.
- 자료의 재송신은 자동반복요청(ARQ)으로 시작한다.
- 세가지 오유형태 즉 파손된 프레임, 손실된 프레임, 손실된 확인은 ARQ를 요구한다.
- 오유조종을 관리하는데 리용되는 방법은 흐름조종에 사용한 방법에 의존한다.
- 정지-대기흐름조종의 경우에 정지-대기 ARQ가 사용된다.
- 미끄럼창문흐름조종의 경우에 *n*되돌이 혹은 선택적-제거 ARQ가 사용된다.

- 정지-대기 ARQ에서 확인되지 않은 프레임은 재송신된다.
- *n*되돌이 ARQ에서 마지막비확인프레임 이후의 프레임들이 정확히 도착하였다 하여도 그이후것을 다 재송신한다.
- 선택적제거 ARQ에서는 비확인프레임만이 재송신된다.

10. 6. 련 습

복습문제

1. 통신과 전송사이의 차이를 설명하시오.
2. 자료련결층의 세 중요기능은 무엇인가?
3. 회선훈련의 목적은 무엇인가?
4. 회선훈련의 두가지 중요방법은 무엇인가? 어느것을 리용할것인지 체계가 어떻게 선택할수 있는가?
5. ENQ/ACK의 구조는 무엇인가?
6. 문의/선택에서 리용하는 주소가 왜 ENQ/ACK에는 없는가
7. 문의하는것과 선택하는것 사이의 차이는 무엇인가?
8. 왜 흐름조종이 필요한가?
9. 흐름조종수신기에서 완충기의 리용을 설명하시오.
10. 통신회선을 통하는 자료의 흐름을 조종하는 두가지 방법은 무엇인가?
11. 정지-대기흐름조종의 구조는 무엇인가?
12. 미끄럼창문흐름조종의 구조는 어떤것인가?
13. 자료련결층에서 술어오유조종은 무엇을 의미하는가?
14. 오유조종의 두가지 기본방법은 무엇인가?
15. 송신기가 파케트를 다시 보낼수 있는 상태는 어떤 상태인가?
16. 정지-대기 ARQ오유조종의 구조는 무엇인가?
17. 미끄럼창문 ARQ오유조종의 두가지 형태는 무엇인가? 그것들은 서로 어떻게 다른가?
18. 흐름조종에서 고찰되는 일부 파라메터는 무엇인가?
19. 정리-대기흐름조종에서 다음의것을 정의하고 설명하시오.
    ㄱ) 파손된 프레임
    ㄴ) 손실된 프레임
20. 정지-대기 ARQ에서 NAK가 전송중에 손실되였다면 어떤 현상이 일어 나는가? NAK에 왜 번호를 붙일 필요가 없는가?
21. 어느 미끄럼창문 ARQ가 보다 대중적인가? 왜 그런가?
22. 세 ARQ방법에서 프레임들은 언제 제거되는가?

선택문제

23. 다중점구조에서 2차장치는 _____에 응답하여 자료를 송신한다.
    ㄱ) ACK
    ㄴ) ENQ
    ㄷ) 문의
    ㄹ) SEL

24. 미끄럼창문흐름조종에서 창크기가 63이라면 렬번호의 대역은 얼마인가?
    ㄱ) 0부터 63
    ㄴ) 0부터 64
    ㄷ) 1부터 63
    ㄹ) 1부터 64

25. 미끄럼창문흐름조종에서 수신기창문왼쪽 프레임들은 _____프레임들이다.
    ㄱ) 수신되였으나 확인 안된것
    ㄴ) 수신되였고 확인된것
    ㄷ) 수신 안된것
    ㄹ) 송신 안된것

26. 자료프레임의 전송속도규정은 _____로 알려 졌다.
    ㄱ) 회선훈련
    ㄴ) 흐름조종
    ㄷ) 자료속도조종
    ㄹ) 절환조종

27. _____은 망에서 장치의 역할을 결정한다.
    ㄱ) 회선훈련
    ㄴ) 회선련결

28. 자료련결층에서 파손된 프레임 혹은 손실된 프레임들의 재송신은 _____이다.
    ㄱ) 오유조종
    ㄴ) 오유조절
    ㄷ) 회선훈련
    ㄹ) 흐름조종

29. 1차장치가 2차장치에 자료를 보내려할 때 먼저 _____프레임을 보내야 한다.
    ㄱ) ACK
    ㄴ) 문의
    ㄷ) SEL
    ㄹ) ENQ

30. 2차장치가 자료를 보내려고 할 때 그것은 _____프레임을 기다려야 한다.

ㄱ) ACK

ㄴ) Poll

ㄷ) SEL

ㄹ) ENQ

31. 동등체계에서 한 장치가 다른 장치에 자료를 보내려고 할 때 먼저 _____프레임을 보내야 한다.

ㄱ) ACK

ㄴ) 문의

ㄷ) SELL

ㄹ) ENQ

32. 흐름조종은 _____을 보호하려고 필요하다.

ㄱ) 비트오유

ㄴ) 송신기완충기의 초과

ㄷ) 수신기완충기의 초과

ㄹ) 송신기와 수신기사이의 충돌

33. *n*되돌이 ARQ에서 프레임 4, 5, 6이 련속적으로 수신되였다면 수신기는 송신기에 ACK _____를 송신한다.

ㄱ) 5

ㄴ) 56

ㄷ) 7

ㄹ) 우의 임의것

34. 미끄럼창문크기가 n–1인 경우에 비확인없이 송신한 최대 _____프레임이 있을수 있다.

ㄱ) 0

ㄴ) n–1

ㄷ) n

ㄹ) n+1

35. 미끄럼창문흐름조종에서 ACK3은 프레임 _____를 수신기가 예견한다.

ㄱ) 2

ㄴ) 3

ㄷ) 4

ㄹ) 8

36. 정지, 대기, ARQ에서 자료 1이 오유를 가진다면 수신기는 _____프레임을 송신한다.

ㄱ) NAK 0

ㄴ) NAK 1

ㄷ) NAK 2

ㄹ) NAK

37. _____ARQ에서 NAK가 수신될 때 모든 프레임들이 송신된후에 마지막프레임확인은 재송신된다.

ㄱ) 정지-대기
ㄴ) *n*되돌이
ㄷ) 선택적-제거
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

38. _____ARQ에서 NAK가 수신된다면 파괴되였거나 손실된 프레임만이 재송신된다.

ㄱ) 정지-대기
ㄴ) *n*되돌이
ㄷ) 선택적제거
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

39. ARQ는 _____을 송신한다.

ㄱ) 자동반복량자화
ㄴ) 자동반복요청
ㄷ) 자동재송신요청
ㄹ) 확인반복요청

40. 다음의 어느것이 자료련결층기능인가?

ㄱ) 회선훈련
ㄴ) 흐름조종
ㄷ) 오유흐름
ㄹ) 우의 모든것

41. _____송신에서 문의/선택방법은 회선의 조종을 결정하는데 리용된다.

ㄱ) 동등
ㄴ) 동등대 1차
ㄷ) 1차대 동등
ㄹ) 1차대 2차

42. 시계는 _____가 송신되였을 때 설정된다.

ㄱ) 파케트
ㄴ) ACK
ㄷ) NCK
ㄹ) 우의 모든것

43. 문의/선택회선훈련은 파케트훈련을 식별하는데 _____를 요구한다.

ㄱ) 시계
ㄴ) 완충기
ㄷ) 주소

ㄹ) 전용회선

44. 정지-대기흐름조종의 경우에 *n*개 자료파케트를 송신할 때 _____확인을 필요로 한다.
   ㄱ) *n*
   ㄴ) 2*n*
   ㄷ) *n*−1
   ㄹ) *n*+1

련습문제

45. 다음의것이 주어 졌을 때 *n*되돌이 ARQ를 리용하는 체계의 경우에 송신기와 수신기창문을 그리시오.
   ㄱ) 프레임 0이 송신되였다 :프레임 0이 확인되였다.
   ㄴ) 프레임 1과 2가 송신되였다 : 프레임 1과 2가 확인되였다.
   ㄷ) 프레임 3, 4, 5가 송신되였다: NAK4가 수신되였다.
   ㄹ) 프레임 4, 5, 6, 7이 송신되였다: 프레임 4부터 7까지가 확인되였다.

46. 선택적제거 ARQ를 리용하여 련습 46을 한번 반복하시오.
47. 다음의것에 응답하여 수신기는 무엇을 보낼수 있는가?
   ㄱ) 문의
   ㄴ) 선택

48. NAK프레임의 번호가 무엇을 의미하는가?
   ㄱ) 정지-대기 ARQ?
   ㄴ) *n*되돌이 ARQ?
   ㄷ) 선택적-제거 ARQ?

49. ACK프레임의 번호는 무엇을 의미하는가?
   ㄱ) 정지대기 ARQ?
   ㄴ) *n*되돌이 ARQ?
   ㄷ) 선택적-제거 ARQ?

50. *n*되돌이 미끄럼창문체계에서 송신기가 ACK7을 수신하였다. 프레임 7, 0, 1, 2, 3이 송신되였다. 다음의 경우에 따라 _____의 수신의미를 서술하시오.
   ㄱ) ACK1
   ㄴ) ACK4
   ㄷ) ACK3
   ㄹ) NAK1
   ㅁ) NAK3
   ㅂ) NAK7

51. 미끄럼창문규약이 15크기의 창문을 리용한다. 련속번호를 정의하는데 몇비트가 요구되는가?
52. 미끄럼창문규약이 련속번호를 표시하는데 7bit를 리용한다. 창문크기는 얼마인가?
53. 한 콤퓨터가 7인 미끄럼창문을 리용한다. 20파케트에 대한 다음의 련속번호를 완성하시오. 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 …
54. 한 콤퓨터가 다음의 련속번호를 리용한다. 창문크기가 얼마인가?
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 0, 1 …
55. 정지-대기규약이 실제로 창문크기가 1번 미끄럼창문규약이라고 언급하였다. 그림 10-16의 경우에 창문동작을 보여 주시오.
56. 그림 10-17의 경우에 련습 56을 반복하시오.
57. 그림 10-18의 경우에 련습 56을 반복하시오.
58. 그림 10-19의 경우에 송신기창문동작을 보여 주시오. 매 송신에서 경계의 정확한 위치를 보여 주시오. 창문크기는 7이라고 하시오.
59. 그림 10-20의 경우에 련습 59를 반복하시오.
60. 그림 10-21의 경우에 련습 59를 반복하시오.
61. 콤퓨터A가 콤퓨터B에 파케트를 보내려고 정지-대기 ARQ규약을 리용한다. 만일 A와 B사이의 거리가 4,000km이라면 파케트에 대한 확인을 수신하기 위하여 콤퓨터 A는 얼마 떨어 져 있어야 하는가. 전파속도는 빛속도라고 가정하시오. 그리고 확인을 수신하고 송신하는 사이의 시간을 령이라고 하시오.
62. 문제 61의 경우에 처리능력이 100,000kbps, 1,000byte크기의 파케트를 콤퓨터 A가 송신하려면 거리는 얼마여야 하는가?
63. 문제 61, 62의 결과를 리용하여 콤퓨터 A의 휴식시간은 얼마인가?
64. 255크기의 창문을 가진 미끄럼창문 ARQ를 리용하는 체계의 경우에 문제 64를 다시 하시오.
65. 그림 10-23에서 송신기가 파케트 0부터 11까지를 송신하고 ACK8을 수신한후의 창문을 보여 주시오.

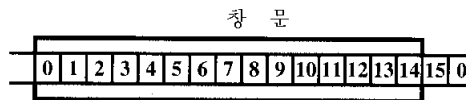



그림 10-23. 문제 66, 67, 68, 69

66. 그림 10-23에서 송신기가 파케트 0부터 11까지 송신하고 ANK6을 수신한 창문을 보여 주시오.
67. 그림 10-23에서 송신기가 파케트 0부터 14까지 송신하고 확인은 수신하지 않고 중간휴식되였다. 송신창문을 보여주시오.
68. 그림 10-23에서 수신기가 ACK6 ACK9은 송신하였으나 ACK6은 손실되였다. 송신창문을 보여 주시오.

제11장. 자료련결규약

일반적으로 단어 규약이란 특별한 과업을 수행하기 위한 규칙 혹은 협약의 모임으로 간주한다. 자료통신에서 규약은 좁은 의미에서 OSI모형의 하나 혹은 그이상 층을 실현하기 위하여 사용되는 규칙들 혹은 기술적특성의 모임을 정의하는데 리용한다. 이미 EIA-232-D대면부를 취급하였는데 그것은 OSI모형의 물리층에서 사용되는 규약이다.

> 자료통신에서 규약은 OSI모형의 하나 혹은 그이상 층을 실현하는데 사용되는 규칙들 혹은 기술적특성의 모임이다.

자료련결규약들은 자료련결층을 실현하는데서 사용되는 기술적특성의 모임이다. 이를 위하여 여기에는 회선훈련, 흐름조종, 오유관리에 대한 규칙들이 포함되여 있다.

> 자료련결규약은 자료련결층을 실현하기 위하여 사용되는 기술적특성들의 모임이다.

자료련결층규약들은 두 부분으로 나눌수 있다. 즉 비동기규약들과 동기규약이다(그림 11-1을 참고). 비동기규약들은 비트렬에서 매 문자들을 독립적으로 취급한다. 동기규약들은 전체 비트렬을 취급하며 같은 크기의 문자들로 그것을 나눈다.

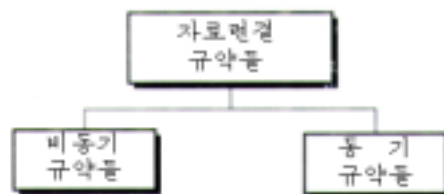



그림 11-1. 자료련결규약분류

11. 1. 비동기규약들

대다수의 비동기자료련결규약들은 지난 몇십년동안에 개발되였는데 그 일부를 그림 11-2에서 보여 주었다. 오늘 이 규약들은 주로 모뎀에서 사용하고 있다. 그것의 속도가 낮기때문에(시작과 정지비트들의 덧붙임과 프레임들사이의 확장된 공간으로부터 생기는)이 준위의 비동기전송은 고속동기구조로 바뀌여 지고 있다.

비동기규약들은 실현하는 문제가 복잡하지 않고 비싸지 않다. 6장에서 론의한것처럼 비동기전송에서 자료단은 송신기와 수신기사이에서 시간조종없이 전송된다. 수신기는 자료단위가 송신된 때를 정확히 알 필요가 없다. 그것은 단지 단위의 시작과 끝을 인식하

는것만이 필요하다. 이것은 자료단위를 프레임화하기 위하여 추가비트(시작과 정지비트)를 리용하여 완성한다.

그림 11-2. 비동기규약들

모뎀에서 처음으로 리용한 비동기규약들은 시작과 정지비트, 문자들사이에서 가변하는 틈에 의하여 특징 지어 진다.

여러가지 비동기자료련결층규약들이 개발되였다. 그것의 일부만 론의할것이다.

X모뎀

1979년에 Ward christiansen이 PC들사이의 전화회선통신에 대한 파일전송규약을 설계하였다. 지금 X모뎀이라고 알려 진 이 규약은 반2중정지-대기ARQ규약이다. 마당과 함께 프레임을 그림 11-3에서 보여 주었다.

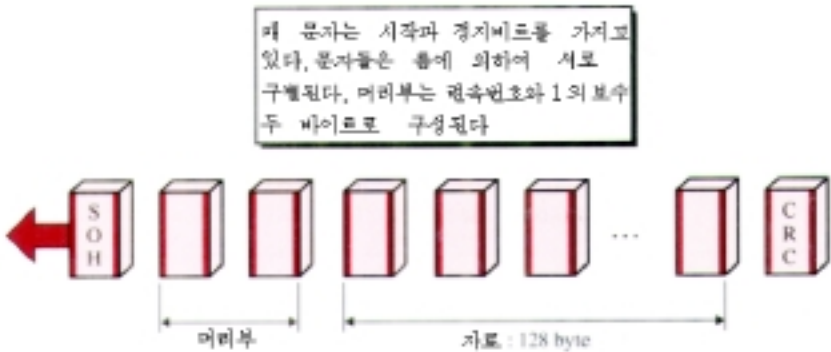



그림 11-3. X모뎀프레임

첫 마당은 한 바이트의 시작머리부(SOH)이고 두번째 마당은 두 바이트의 머리부이다. 순서번호로 된 첫 머리부바이트는 프레임번호를 나른다. 두번째 머리부바이트는 순서번호를 검사하는데 리용된다. 고정된 자료마당은 2진수 ASCII 본문 등 128byte의 자료(2진수 ASCII본문)를 유지한다. 마지막마당인 CRC는 자료마당에서만 오유를 검사한다.

이 규약에서 전송은 수신기로부터 송신기까지 NAK프레임의 송신으로 시작된다. 송신기가 프레임을 보낼 때마다 다음 프레임이 송신되기전에 확인(ACK)을 기다려야 한다. 만일 그대신에 NAK가 수신되면 이전에 송신한 프레임을 다시 송신한다. 규정된 시간후에 송신기가 응답을 받지 못하면 다시 프레임을 송신할수 있다. NAK 혹은 ACK외에 송신기는 취소신호(CAN)를 수신할수 있는데 그것은 전송을 중지한다.

Y모뎀

Y모뎀은 X모뎀과 류사한 규약인데 다음과 같은 주요차이점이 있다.

- 자료단위는 1,024byte 이다.
- 두개의 CAN은 전송을 중지한다.
- ITU-TCRC-16은 오유검사에 리용된다.
- 다중파일이 동시에 전송된다.

Z모뎀

Z모뎀은 X모뎀과 Y모뎀의 특성들을 리용하는 새로운 규약들이다.

BLAST

블로크비동기전송(BLAST)은 X모뎀보다 더 위력하다. 그것은 미끄럼창문흐름조종을 가진 전2중형이다. 자료와 2진파일을 전송하게 한다.

Kermit

콜롬비아종합대학에서 설계한 Kermite는 최근에 가장 널리 리용하는 비동기규약이다. 이 파일전송규약은 X모뎀과 동작상 비슷한데 송신기는 송신을 시작하기전에 NAK를 기다린다. Kermite는 두 단계를 리용하여 조종문자전송을 본문으로 진행한다. 첫째로, 본문으로 리용하는 조종문자는 ASCII부호표시에 고정된 수를 더하여 인쇄문자로 변환한다. 둘째로, #문자는 전송될 문자의 앞에 덧붙인다. 이렇게 하여 본문으로 사용된 조종문자는 두 문자로 송신한다. 수신기는 #문자를 만나면 이것은 떨어 져 나가야 하며 다음 문자는 조종문자임을 안다. 만일 송신기가 #문자를 보내려 한다면 그 두개를 송신할것이다. Kermite는 사실상 파일전달규약이면서 말단모방프로그람이다.

11. 2. 동기규약

동기전송속도는 LAN, MAN, WAN기술의 경우에 비동기전송보다 더 좋은 선택으로 된다. 비동기전송을 관리하는 규약들은 두 부류로 나눌수 있다. 즉 문자지향규약과 비트지향규약(그림 11-4를 참고).

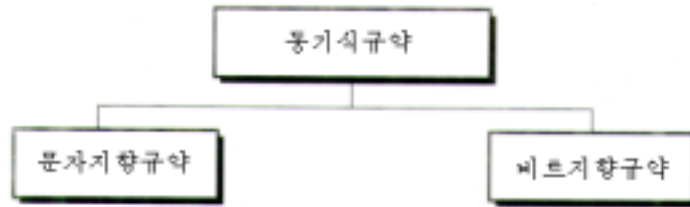



그림 11-4. 비동기규약

문자지향규약(바이트지향규약이라고 부른다.)은 전송프레임 혹은 파케트를 문자렬(보통 매개가 한바이트로 된)로 해석한다. 모든 조종정보는 현존 문자부호와 체계(즉 ASCII 문자)의 형태이다.

비트지향규약은 전송프레임 혹은 파케트를 개별적비트의 렬로 해석하는데 프레임에서 그것들의 위치와 다른 비트와의 결합으로 의미를 가지게 된다. 비트지향규약에서 조종정보는 패턴으로 구체화된 정보로써 하나 혹은 여러 비트일수 있다.

> 문자지향규약에서 프레임 혹은 파케트는 문자렬로 해석된다. 비트지향규약어서 프레임 혹은 파케트는 비트렬로 해석된다.

11.3. 문자지향규약

뒤부분에서 보게 되는바와 같이 문자지향규약들은 비트지향규약만큼 효률적이지 못하고 따라서 지금 좀처럼 리용하지 않는다. 그것들은 쉽게 리해되며 비트지향규약과 같은 론리와 구조를 리용한다. 문자지향규약을 리해하는것은 비트지향규약을 검증하는 경우에 필수적기초로 된다.

모든 자료련결규약에서 조종정보는 따로 조종프레임으로서 혹은 현재 자료에 추가적으로 삽입된다. 문자지향규약에서 이 정보는 ASCII, EBCDIC 등의 현재 문자모임으로부터 취해 지는 코드단어형식이다. 이 다중문자들은 회선훈련 흐름조종, 오유조종에 대한 정보를 나른다. 지금의 문자지향규약들중에서 가장 잘 알려 진것은 IBM의 2진동기통신(BSC)이다.

2진동기통신(BSC)

2진동기통신(BSC)은 1964년 IBM에서 개발한 일반적인 문자지향자료련결규약이다. 점대점 및 다중점구조들에서 유용한 이 규약은 정지-대기ARQ흐름조종과 오유교정을 리용하는 반2중전송을 지원한다. BSC는 전2중전송 혹은 미끄럼창문규약을 지원하지 못한다.

일반적인 문자지향자료련결규약은 2진동기통신(BSC)인데 그것은 정지-대기 ARQ를 가진 반2중전송을 규정한다. 이것은 IBM이 개발하였다.

조종문자

표 11-1은 BSC프레임에서 사용한 규격조종문과 목록이다. 문자 ACK가 이 규약에서 리용되지 않았다. BSC는 정지-대기 ARQ를 리용한다. 확인은 자료프레임과 교체되는것을 지정하도록 ACK0 혹은 ACK1로 되여야 한다.

표 11-1 조종문자 BSC

문 자	ACKII코드	기 능
ACK 0	DLE 과 0	좋은 우수프레임이 수신되였거나 혹은 수신할 준비가 되였다.
ACK 1	DLE 과 1	좋은 기수프레임이 수신되였다.
DLE	DLE	자료투명성표식
ENQ	ENQ	응답에 대한 요청
EOT	EOT	송신기완료
ETB	ETB	전송블로크의 끝:ACK요구
ETX	ETX	통보문에서 본문의 끝
ITB	US	다중블로크전송에서 중간블로크의 끝
NAK	NAK	나쁜 프레임이 수신되였거나 송신할것이 없다.
NUL	NULL	파일문자
RVI	DLE 과 <	수신기로부터의 긴급통보문
SOH	SOH	머리부정보가 시작된다.
STX	STX	본문이 시작된다.
SYN	SYN	수신기가 프레임을 받고 있는가를 감시한다.
TTD	STX 과 ENQ	송신기가 회선을 포기한것이 아니라 쉬고 있다.
WACK	DLE 과 ;	좋은 프레임이 수신되였고 그이상이 수신준비되였다.

ASCII부호

표 11-1의 문자들은 각이한 부호와 체계에서 각이하게 표시되며 매 체계에서 그것은 모두 가능한것은 아니다. 어떤 체계이든지 모든 조종문자들을 단일문자로 표시할수는 없다. 흔히 그것들은 둘 혹은 세 문자로 표시하여야 한다. ASCII부호들은 표 11-1에서 보여

주었다. ASCII부호의 완전한 목록에 대해서는 부록 A를 참고하시오.

BSC프레임들

BSC규약은 전송을 프레임으로 나누어 한다. 만일 한 프레임이 순전히 조종목적에 리용된다면 그것을 조종프레임이라고 부른다. 조종프레임은 통신장치들사이에서 정보를 교환하는데 례하면 초기접속을 확립하는데, 전송의 흐름을 조종하는데, 오유교정을 요구하는데 그리고 대화가 끝날 때 장치를 분리하는데 사용한다. 만일 한 프레임이 통보문자료자체의 일부 혹은 모두를 포함한다면 그것을 자료프레임이라고 부른다. 자료프레임은 정보전송에 사용되는데 그 정보에 적용할수 있는 조종정보도 포함할수 있다(그림 11−5 참고).

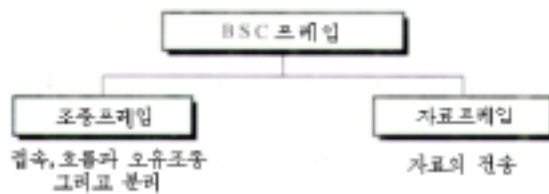



그림 11−5. BSC프레임

자료프레임

그림 11−6은 간단한 자료프레임형식을 보여 준다. 화살은 전송의 방향을 보여 준다. 프레임은 둘 혹은 그이상의 동기(SYN)문자로 시작한다. 이 문자들은 새로운 프레임의 도착에 대하여 수신기에 알리며 수신장치를 송신장치의 시간과 동기시키는데 사용되는 비트패턴을 보장한다. 부록 A에서 SYN에 대한 ASCII부호가 001011001라는것을 찾아 볼수 있을것이다.

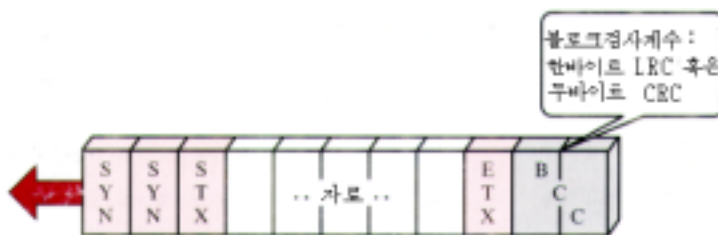



그림 11−6. 간단한 BSC자료프레임

바이트의 선두(여덟번째)비트는 보통 0을 추가하여 채운다. 두 SYN문자들도 이와 같이 볼수 있다. 0001011000010110 두 동기문자들이 본문(STX)문자의 시작으로 된다. 이 문자는 조종정보가 끝나고 다음 바이트가 자료일것이라는것을 수신기에 신호한다. 자료 혹은 본문에서 문자들의 개수는 가변된다.

마지막으로 블로크검사계수(BCC)라고 부르는 하나 혹은 두개의 문자가 오유를 검출

하기 위하여 포함된다.

BCC마당은 한 문자세로여유비트검사(LRC) 혹은 두 문자순환여유비트검사(CRC)일수 있다.

머리부마당 우에서 서술한것만큼 간단한 프레임은 좀처럼 리용하지 않는다. 보통 수신장치의 주소, 송신장치의 주소, 정지-대기ARQ의 프레임식별번호가 포함할것을 요구한다(그림 11-7을 참고). 이 정보는 머리부라고 부르는 특수마당에 포함되며 머리부시작(SOH)문자로 시작한다. 머리부가 SYN과 STX문자사이에 있으면 SOH마당과 STX문자사이의 내용은 머리부정보이다.

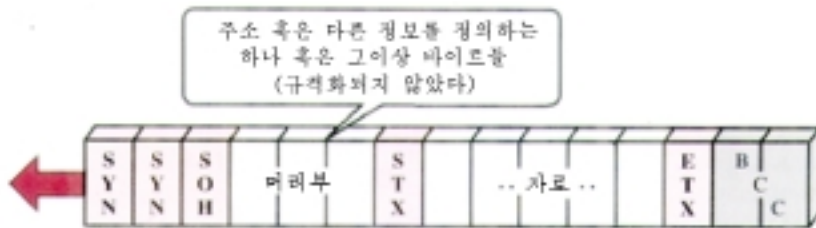



그림 11-7. 머리부를 가진 BSC프레임

다중블로크프레임 본문블로크에서 오유확률은 프레임길이에 따라 증가한다. 프레임에 비트가 많을수록 그중의 하나가 전송중에 이지러 질 가능성이 크며 여러 비트들에서의 변화가 서로 무효화되고 검출을 곤난하게 할 가능성이 커진다. 이때문에 통보문에서 본문은 흔히 여러 블로크로 나눈다. 마지막하나를 제외하고 매 블로크는 STX문자로 시작하고 중간본문블로크(ITB)로 끝난다. 마지막블로크는 STX로 시작하고 EXT로 끝난다. ITB 혹은 ETX뒤에 BCC가 있다. 이렇게 하여 수신기는 매 블로크에서 오유를 검사할수 있으며 한편 검출가능성도 커진다. 그러나 만일 어떤 블로크가 오유를 가지고 있다면 전체 프레임은 재전송되여야 한다. ETX가 도착하였고 마지막BCC가 검사된후에 수신기는 전체 프레임에 대하여 하나의 확인을 송신한다. 그림 11-8은 다중블로크프레임의 구조를 보여 준다. 실례는 두 블로크를 가지고 있는데 실제 프레임은 둘이상 가질수 있다.

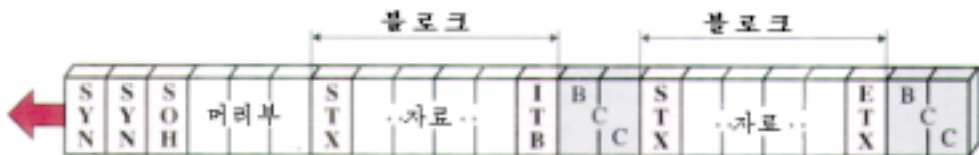



그림 11-8. 다중블로크프레임

다중프레임전송 우에서 본 실례에서 전체 통보문을 하나의 프레임으로 나른다. 매 프레임후에 통보문은 완성되고 회선의 조종은 2차장치(반2중방식)에 넘어 간다. 그러나 일부 통보는 단일프레임형식으로 하기에는 너무 길수 있다. 이러한 경우에 송신기는 통보문을 블로크들로만이 아니라 프레임으로 분할한다. 한개 통보문을 여러 프레임으로 전

송할수 있다. 프레임끝이 전송의 끝이 아니라는것을 수신기가 알도록 하기 위하여 모든 프레임이 아니라 마지막프레임에서 ETX문자가 전송블로크끝(ETX)으로 교체된다. 수신기는 매 프레임을 개별적으로 확인하여야 하지만 마지막프레임에서 ETX를 찾을 때까지 회선의 조종을 넘겨 받을수 없다(그림 11-9를 참고).

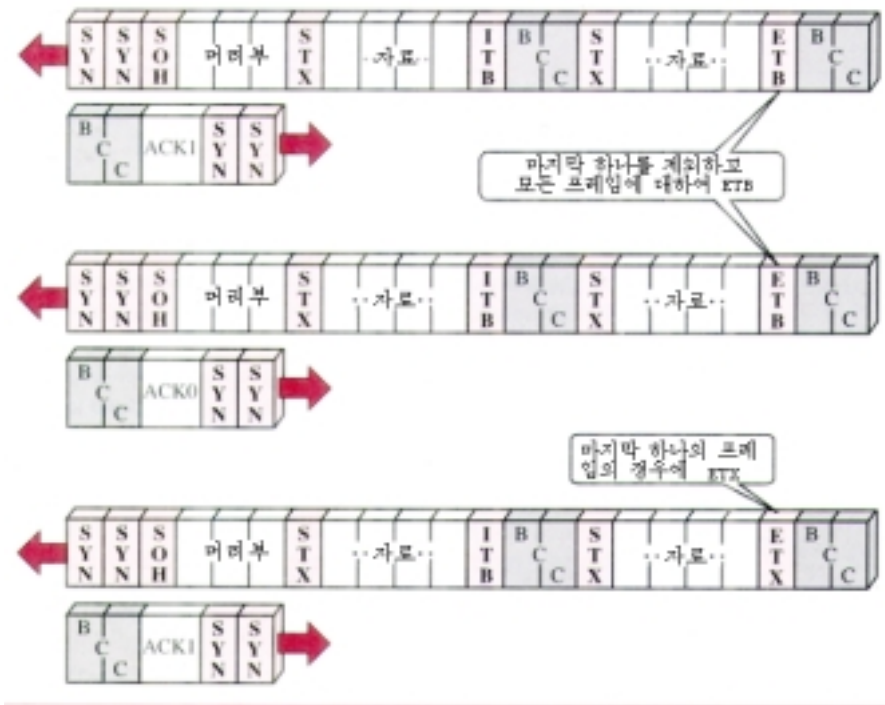



그림 11-9. 다중프레임송신

조종프레임

조종프레임은 조종문자와 혼돈하지 말아야 한다. 조종프레임은 한 장치가 다른 장치에 명령을 송신하는데 혹은 다른 장치에 정보를 요청하는데 사용된다. 조종프레임은 자료가 아닌 조종문자를 가지고 있다. 자료련결층 그자체의 기능화에 대한 특수한 정보를 나른다. 그림 11-10은 BSC조종프레임의 기초형식을 보여 준다.

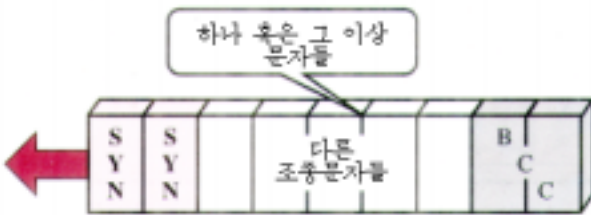



그림 11-10. BSC조종프레임

조종프레임들은 세가지 목적에 봉사한다. 즉 접속확립, 자료전송동안 흐름과 오유조종유지, 접속종결이다(그림 11-11을 참고).

자료투명성

BSC는 원래 본문통보문(문자수자들로 구성된 단어 혹은 그림)만 전송하도록 설계되였다. 그러나 오늘 사용자가 비본문정보와 명령들을 포함하는 2진렬을 프로그람들과 그라프처럼 송신하고 싶어 하는 바로 그런것이 있을수 있다. 그러나 이런 종류의 통보문은 BSC전송에 대한 문제를 상정시킬수 있다. 그러나 전송의 본문마당이 8bit패턴으로 되여있고 BSC조종문자처럼 보인다면 수신기는 통보문을 외곡하여 해석한다. 실례로 비트패턴 000001을 받은 수신기는 그것을 EXT문자로 읽는다. 우의 조종프레임으로부터 알수 있는것처럼 수신기가 ETX를 찾을 때마다 다음 두바이트를 BCC일것으로 예견하고 오유검사를 시작한다. 그러나 여기서 패턴 0000011은 자료이지 조종정보는 아니다. 조정정보와 자료사이의 혼돈이 있다면 자료투명성이 없다고 한다.

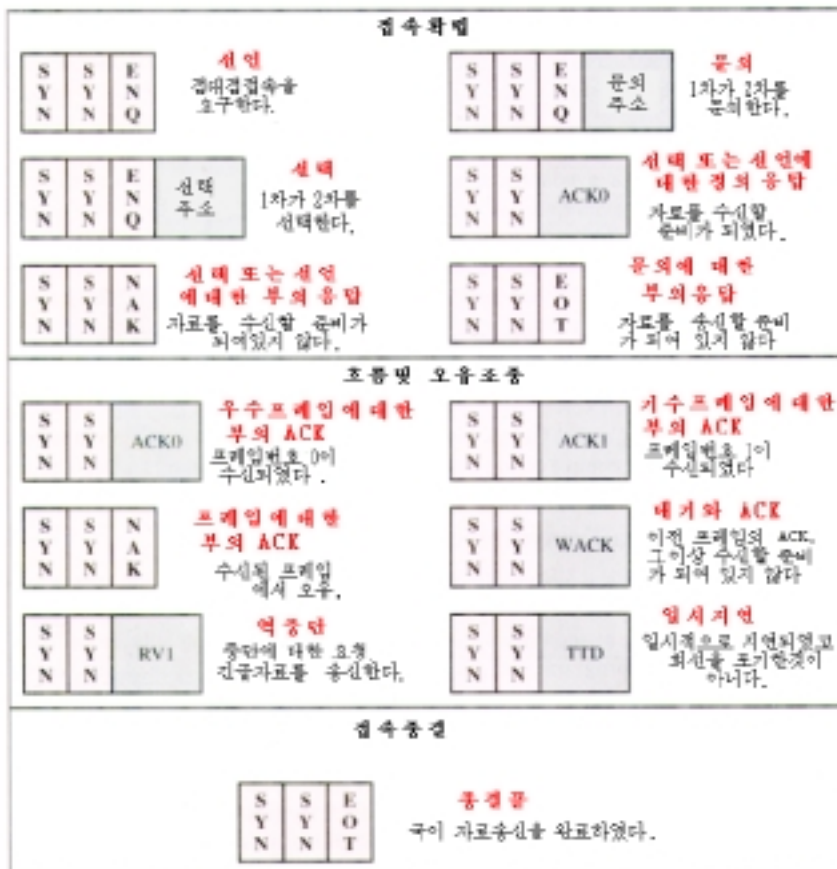



그림 11-11. 조종프레임

규약이 유용하게 되려면 그것은 투명해 져야 한다. 그것은 조종정보와 그것들이 혼돈되지 않는 자료로써의 어떤 비트결합을 전송하여야 한다.

자료통신에서 자료투명성은 임의의 비트들의 합이 자료로 전송되여야 한다는것을 의미한다.

BSC에서 자료투명성은 바이트삽입이라고 부르는 과정으로 해결된다. 그것은 두가지 활동범위를 포함한다. 자료련결령역(DLE)문자들로 투명한 본문령역을 정의하는것과 투명성령역의 앞뒤에 두개의 DLE를 배치하는것이다.

투명성령역을 정의하기 위하여 본문마당의 시작문자가 STX앞에 하나의 DLE문자와 본문마당의 끝에서 ETX(ITB 혹은 ETB)앞에 다른 DLE문자를 삽입한다. 첫 DLE는 본문이 조종문자를 포함할수 있고 그것들을 무시할수 있다는것을 수신기에 알린다. 마지막 DLE는 투명한 령역이 끝났다는것을 의미한다.

만일 투명성령역이 DLE문자를 본문으로 포함한다면 여전히 문제들이 발생할수 있다. 그 경우에 본문안의 매 DLE앞에 보충적DLE를 끼워 넣는다. 그림 11-12는 투명한 프레임의 실례를 보여 준다.

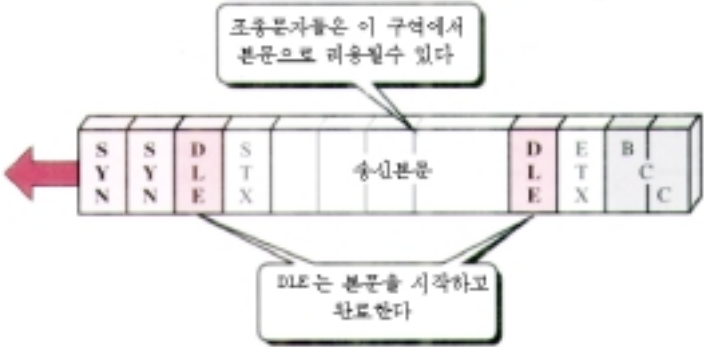



그림 11-12. 바이트삽입

11. 4. 비트지향규약

문자지향규약들에서 비트들은 미리 정의한 패턴문자형식으로 묶어 졌다. 그와 대조적으로 비트지향규약들은 많은 정보를 보다 짧은 프레임들로 묶어서 문자지향규약에서의 투명성문제를 피하였다. 비트지향규약들의 우점과 그것을 결합할만한 부호화체계(ASCII와 같은)가 없는것으로 하여 지난 20년동안 모두가 규격으로 되려고 경쟁하면서 많은 각이한 비트지향규약들이 개발되여 온것은 자연스럽다(그림 11-13을 참고). 제공된것들의 대다수는 특허로 되였고 제작자들 그자신의 생산물을 지원하도록 설계되였다. 그것들중의 하나인 HDLC는 ISO의 설계이고 오늘날 리용하는 모든 비트지향규약들에 대한 기초

로 되였다.

1975년에 IBM은 동기자료련결조종(SDLC)을 가진 비트지향규약개발을 시작하였고 규격 SDLC를 만들도록 ISO에 권고하였다. 1979년에 ISO는 고준위자료련결조종(HDLC)으로 응답하였는데 그것은 SDLC에 기초하였다. ISO위원회가 HDLC를 접수한것은 다른 기구가 그것을 접수하고 확장하게 하였다. ITU-T는 HDLC를 받아 들인 첫 기구의 하나였다. 1981년이후에 ITU-T는 회선접근규약이라고 부르는 일련의 규약들을 개발하였다(LAP들 : LAPB, LAPD, LAPM, LAPX 등). 모두가 HDLC에 기초하고있다. 개발한 다른 규약들(Frame Relay, ppp등과 같다.)도 많은 LAN의 접근조종규약처럼 HDLC로부터 나왔다. 오늘 사용하는 모든 비트지향규약들은 HDLC에서 유래된것이다. 따라서 HDLC를 통하여 다른것을 리해할수 있는 기초를 가졌다.

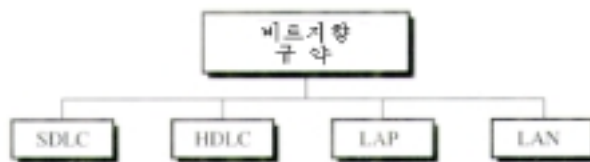



그림 11-13. 비트지향규약

> 모든 비트지향규약들은 고준위자료련결조종(HDLC)과 관련되며 ISO가 비트지향규약을 공개하였다. HDLC는 점대점 및 다중점구조에서 반2중과 전2중방식을 지원한다.

HDLC

HDLC는 점대점과 다중점회선을 통과하는 반2중과 전2중통신을 지원하도록 설계된 비트지향자료련결규약이다. HDLC를 지원하는 체계들은 그것들의 국형태구조, 응답방식으로 특징 지을수 있다.

국형태

HDLC에는 세가지 즉 1차, 2차, 결합국형태가 있다. HDLC에서 1차국은 10장의 흐름조종론의에서 1차장치와 같은 방법으로 동작한다. 1차는 점대점 혹은 다중점회선구조의 장치인데 그것은 회선이 완전한 조종권을 가진다. 1차국은 2차국들에 명령을 보낸다. 2차는 응답을 보낸다.결합된 국은 명령과 응답을 할수 있다. 결합된 국은 전송의 속성과 방향에 따라 1차 혹은 2차로 동작하도록 프로그람화되였고 서로 련결된 동등장치들의 모임의 하나이다.

> HDLC에서 국들은 세가지 형태이다. 1차, 2차, 결합. 1차국은 명령을 송신한다. 2차국은 응답을 송신한다. 결합된 국은 명령과 응답을 송신한다.

구성

구성이란 회선에서 하드웨어장비들의 관계로 간주한다. 1차, 2차 결합된 국들은 세 방식으로 구성할수 있다.즉 비평형, 대칭, 평형이다(그림 11−14를 참고). 이 구조들중의 어떤것은 반2중과 전2중전송을 지원한다.

비평형구성(주/종속구성이라고도 부른다.)은 한 장치가 1차로, 다른 장치는 2차로 된것이다. 비평형구성은 마치도 두 장치만 포함된듯이 점대점이다. 그것들은 하나가 여러개의 2차를 조종하는 다중점일수도 있다.

대칭구성은 회선에서 매 물리적국이 하나는 1차이고 다른것은 2차인 두 론리적국을 구성하는것이다. 개별적회선들은 한 물리적국의 1차상태를 다른 물리국의 2차상태에 련결시킨다.

평형구성은 회선조종이 두 국들사이에서 옮겨 질수 있다는것만 제외하고는 비평형구조처럼 동작한다. 평형구성은 점대점위상구조에서 두 국들이 결합된 형태이다.

HDLC는 평형다중점을 지원할수 없다.

이것은 LAN들에 대한 매체 접근규약의 발명을 가능하게 하였다.

통신방식들

HDLC에서의 방식은 교환기에 포함된 두 장치들사이의 관계이다. 방식은 회선을 누가 조종하는가를 서술한다. 비평형구조에서 교환은 항상 규격응답방식으로 진행된다. 대칭 혹은 평형구조에서의 교환은 명령을 나르도록 설계된 프레임을 리용하는 특정의 방식으로 설정될수 있다(U−프레임에 대한 부분에서 론의하였다.).

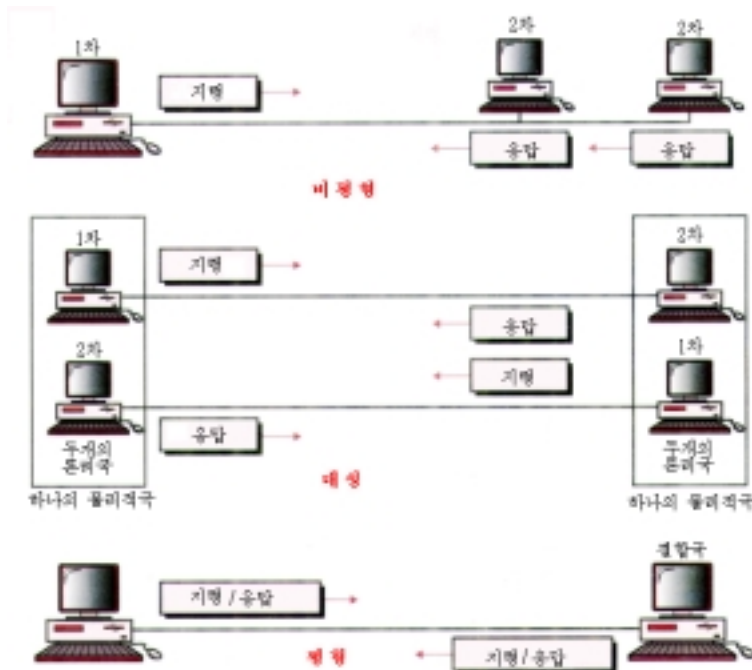



그림 11−14. HDLC구조

HDLC는 국들사이의 세가지 통신방식을 지원한다. 즉 규격응답방식(NRM), 비동기응답방식(ARM), 동기평형방식(ABM).

NRM

규격응답방식(NRM)은 규격 1차-2차관계에 주의를 돌린다. 이 방식에서 2차장치는 전송전에 1차장치로부터 허락을 받아야 한다. 일단 허락이 되면 2차는 자료를 포함하고 있는 하나 혹은 그이상으로 프레임의 응답전송을 시작할수 있다.

ARM

비동기응답방식(ARM)에서 2차는 통로들이 휴식할 때마다 1차로부터 허락없이 전송을 시작할수 있다. 2차로부터의 모든 전송은(지어 같은 회선에서 다른 2차까지) 최종목적지까지 중계를 1차로 하여야 한다.

ABM

비동기평형방식(ABM)에서 모든 국들은 동등하며 따라서 점대점으로 련결된 결합국들만이 리용할수 있다. 어느 결합국이나 허락없이 다른 결합국과 전송을 시작할수 있다. 그림 11-15는 이 방식들과 국형태들사이의 관계를 보여 준다.

방식들:

- 규격응답방식(NRM)
- 비동기응답방식(ARM)
- 비동기평형방식(ABM)

	NRM	ARM	ABM
국 형 태	1차와 2차	1차와 2차	결합
개 시 자	1차	량쪽	임의의

그림 11-15. HDLC방식

프레임

우에서 언급한 방식과 구조에서 가능한 모든 선택을 지원할수 있는 유연성을 보장하기 위하여 HDLC는 프레임의 세 형태를 정의한다. 즉 정보프레임(I-프레임), 관리프레임(S-프레임), 무번호프레임(U-프레임)이다(그림 11-16를 참고). 프레임의 매 형태는 각이한 형태의 통보문을 전송할수 있게 되여 있다. I프레임은 사용자의 자료와 관계되는 조종정보를 전송하는데 사용된다. 즉 S프레임은 조정정보, 1차자료련결층흐름, 오유조종을 전송하는데만 사용한다.

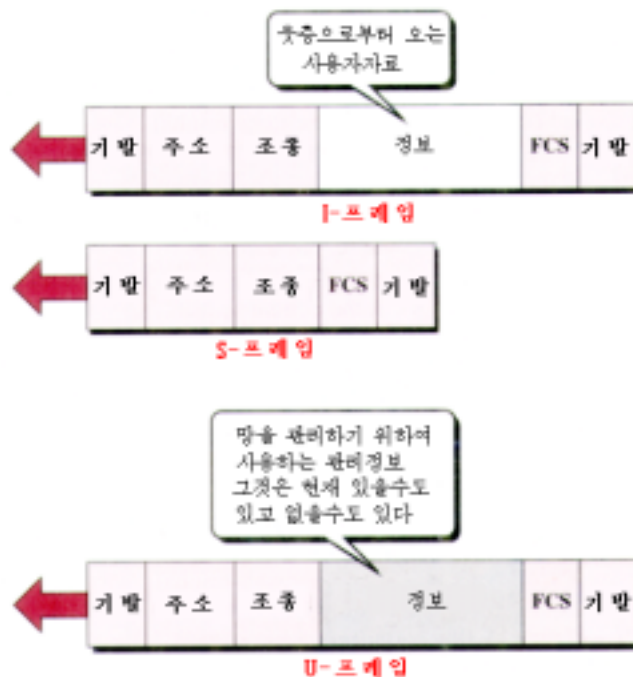



그림 11-16. HDLC프레임형태들

U프레임은 체계관리를 위해 확보되였다.

U프레임이 전송한 정보는 회선 그자체를 관리하려고 의도한것이다.

HDLC에서 매 프레임은 여섯개 마당을 포함할수 있다. 즉 시작기발마당, 주소마당, 조종마당, 정보마당, 프레임검사렬(FCS)마당, 종결기발마당이다.

다중프레임전송에서 한 프레임의 끝기발은 다음 프레임의 시작기발로도 된다.

기발마당

HDLC프레임의 기발마당은 비트패턴 01111110을 가진 8bit렬인데 그것은 프레임의 시작과 끝을 확인하고 수신기에 대한 동기패턴으로 봉사한다. 그림 11-17은 I-프레임에서 두 기발마당의 배치를 보여 준다.

기발마당의 패턴이 자료마당에 나타날 때 수신기는 그것을 기발로 잘못 인식할수 있다. 따라서 기발마당은 투명성문제들의 유일한 잠재적원인이다. 일단 한 국이 회선에서 기발을 찾으면 프레임이 자기 국에로 주소화되였다고 결정하고 전송을 읽으면서 프레임의 끝을 표시한 다음 기발이 올 때까지 대기한다. 조종정보이든 자료이든 비트렬이 패턴 01111110을 포함하는것은 항상 가능하다. 만일 자료에서 그렇게 되였다면 수신기는 그것을 찾을것이고 프레임이 끝난다고 본다.

프레임에서 우연히 다른 위치에 기발이 나타나지 않는다고 담보하기 위하여 HDLC는 비트삽입이라는 과정을 리용한다. 송신기는 다섯개이상의 1의 렬을 가진 비트렬을 전

송하려 할 때마다 다섯번째의 1이후에 하나의 여유비트 0을 끼워 넣는다. 실례로 렬 011111111000은 0111110111000으로 된다. 이 추가 0은 여섯번째 비트가 1이든 아니든 관계없이 끼워 넣는다. 그것의 존재는 현재렬이 기발을 가지지 않는다는것을 수신기에 알린다. 일단 수신기는 0이 끼워 진것을 보면 자료로부터 제거하고 원래비트가 다시 저축된다.

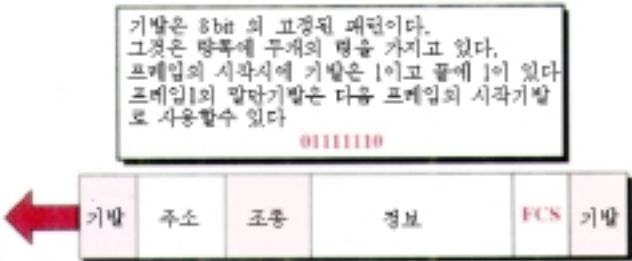



그림 11-17. HDLC기발마당

비트삽입은 자료에서 련속적으로 다섯개의 1이 있을 때마다 하나의 추가비트 0을 더해 주는 과정으로 그것은 수신기가 자료를 기발로 잘못 처리하지 않게 한다.

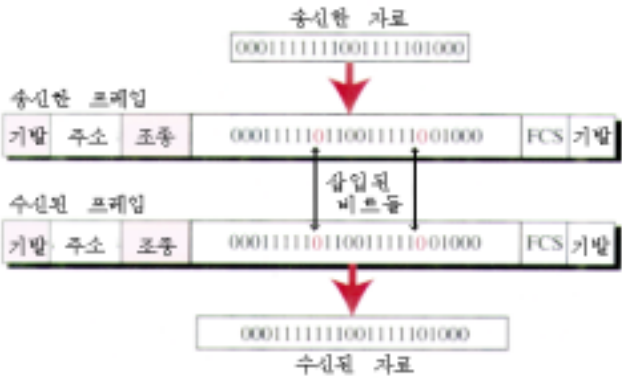



그림 11-18. 비트삽입과 제거

그림 11-18은 송신에서 비트삽입과 수신기에서 비트제거를 보여 준다. 다섯개의 1이 있은 후에도 0을 끼워 넣는다. 0은 수신기에서 제거된다. 세 경우를 제외하고 비트삽입은 다섯개의 1이 련속적으로 생길 때마다 요구된다. 실제기발일 때, 전송이 중단되였을 때, 통로가 휴식상태일 때는 제외된다. 그림 11-19의 흐름도는 삽입된 비트를 수신기가 확인하고 제거하는 흐름과정을 보여 준다. 수신기는 들어 오는 비트들을 읽고 1을 계수한다. 0후에 련속되는 다섯개의 1을 찾으면 다음(일곱번째) 비트를 검사한다. 그러나 일곱번째 비트가 0이라면 수신기는 그것을 삽입된 비트로 인식하고 제거하며 계수내용을

지운다. 만일 일곱번째 비트가 1이라면 수신기는 여덟번째 비트를 검사한다. 만일 여덟번째 비트가 0이라면 그 렬은 기발로 인식하며 그에 맞게 처리한다. 만일 여덟번째 비트가 다른 1이라면 수신기는 계수를 계속한다. 7개부터 14개까지의 련속 1들은 다 중단을 가리킨다. 15개 혹은 그이상 개수의 련속 1들은 다 휴식을 가리킨다.

주소마당

HDLC프레임의 두번째 마당은 프레임의 원천과 목적지인 2차국의 주소(혹은 결합국의 경우에 2차로써 동작하는 국)를 포함하고 있다. 만일 1차국이 한 프레임을 만든다면 그것은 《주소까지》를 포함한다. 만일 2차가 프레임을 만든다면 그것은 《주소로부터》를 포함한다.

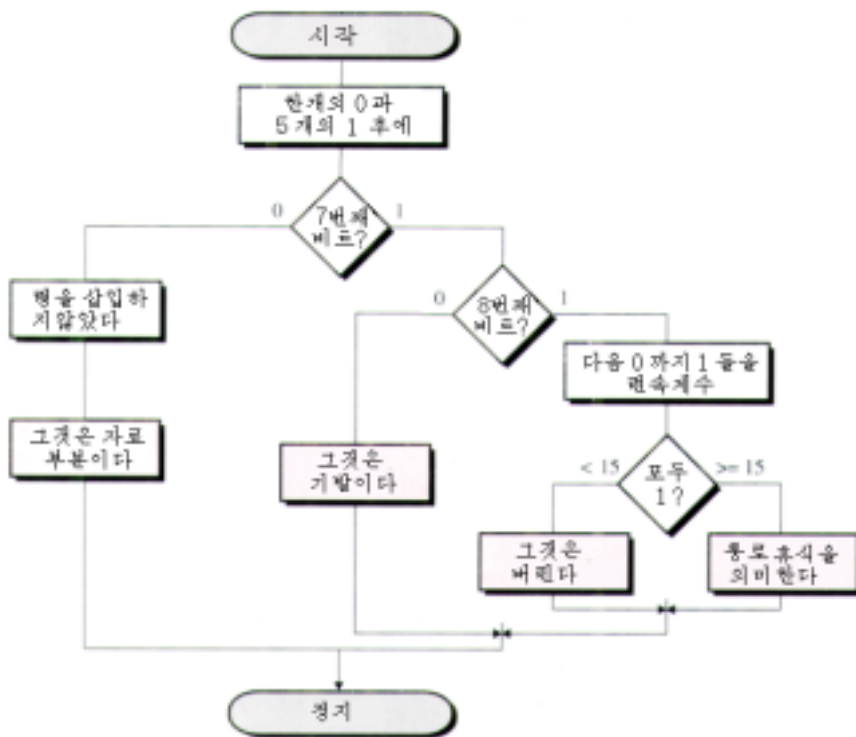



그림 11-19. HDLC에서 비트삽입

주소마당은 한 바이트 혹은 여러 바이트길이일수 있는데 그것은 망의 요구에 의존한다. 한 바이트는 120개국까지 식별할수 있다. 왜냐하면 한 비트는 다른 목적에 리용되기 때문이다. 대규모망은 여러 바이트의 주소마당을 요구한다. 그림 11-20은 프레임과 주소마당을 보여 준다.

만일 주소마당이 한 바이트뿐이라면 마지막비트는 항상 1이다. 만일 주소가 한 바이트이상이라면 모든 바이트는 0으로 끝나며 마지막바이트만이 1로 끝날것이다.

0으로 끝나는 중간바이트들은 많은 주소바이트가 들어 오고 있다는것을 수신기에 가리키는것이다.

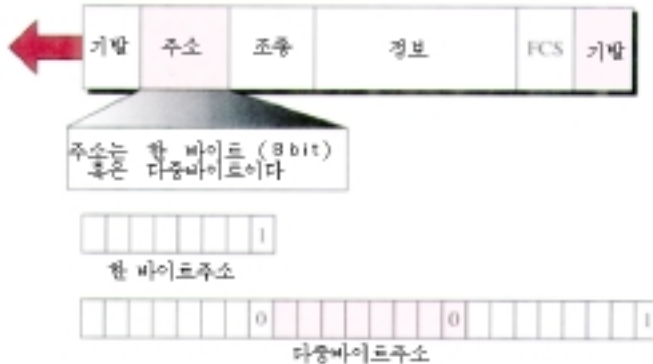



그림 11-20. HDLC주소마당

조종마당

조종마당은 흐름관리에 사용되는 하나 혹은 두 바이트토막으로 되여 있다. 한 바이트경우를 론의하고 다음에 확장된 방식이라고 하는 두 바이트경우를 보기로 한다.

조종마당은 프레임관리의 형태에 의존하여 달라 진다. 만일 조종마당의 첫 비트가 0이라면 그 프레임은 I프레임이다. 첫 비트가 1이고 두번째 비트가 0이라면 그것은 S프레임이다. 첫번째와 두번째 비트가 다 1이라면 그것은 U프레임이다. 프레임에 모든 세가지 형태의 조종마당은 문의/최종(P/F)비트(밑에서 론의하는)를 포함한다. I프레임은 P/F비트량쪽에 N(S)와 N(R)라고 부르는 두개의 3bit인 흐름조종 및 오유조종순서를 포함하고 있다. N(S)는 송신되고 있는 프레임의 번호를 지적한다(자기의 번호를 식별하기 위한것). N(R)는 두 방향교환에서 돌아 오기로 되여 있는 프레임의 번호를 지적한다(즉 N(R)는 확인마당이다.). 만일 수신된 마지막프레임이 오유없다면 N(R)값은 다음 프레임의 순서번호일것이다. 만일 마지막프레임이 정확히 수신되지 않았다면 N(R)번호는 파손된 프레임의 번호이고 그의 재송신을 요구한다는것을 가리킨다.

S프레임의 조종마당은 N(R)마당을 포함하지만 N(S)마당은 포함하지 않는다. S프레임은 수신기가 송신할 그자신의 자료를 가지고 있지 않을 때 N(R)를 되돌려 주는데 리용된다. 다른 한편 확인은 I프레임의 조종마당에 포함된다. S프레임은 자료를 전송하지 않으며 따라서 그것을 식별하기 위하여 N(S)마당을 요구하지 않는다.

S프레임에서 P/F비트앞의 두 비트는 부호화된 흐름, 오유조종흐름을 나르는데 리용된다. 이것은 이 장의 뒤에서 고찰한다.

U프레임들은 N(S)마당도, N(R)마당도 가지지 않으며 사용자자료교환 혹은 확인을 위하여 설계된것이 아니다. 대신 U프레임은 P/F비트량쪽에 있는 두 부호마당을 가지는데 하나는 두 비트이고 다른것은 세 비트이다. 이 부호들은 U프레임과 그의 기능을 확인하는데 사용된다(즉 교환방식을 확립하는데). 세가지 형태의 프레임들의 조종마당을 그림 11-21에서 보여 주었다.

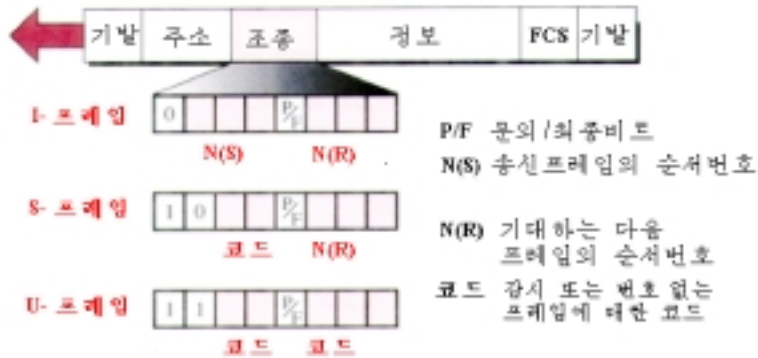



그림 11-21. HDLC조종마당

그림 11-22는 확장된 방식에서의 조종마당을 보여 준다. 확장된 방식에서 I프레임과 S프레임의 조종마당은 송신렬과 수신렬번호에 7bit를 할당하는 두 바이트길이이다(번호는 0과 127사이에 있다.). 그러나 U프레임에서 조종마당은 여전히 한 바이트이다.

그림 11-22. 확장된 방식에서 HDLC조종마당

P/F마당은 2중목적을 가진 단일비트이다. 그것이 설정(bit=1)일 때만 의미를 가지며 문의 혹은 완료를 의미한다. 1차국이 2차로 프레임을 송신할 때 문의를 의미한다(주소마당은 수신기주소를 포함한다.). 2차가 1차에 프레임을 송신할 때 완료된다는것을 의미한다(주소마당은 송신기의 주소를 포함한다. 그림 11-23을 참고).

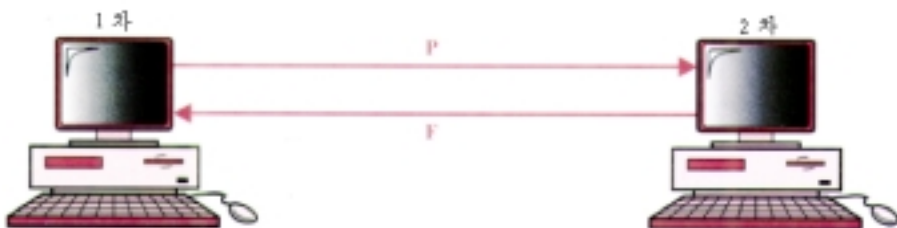



그림 11-23. HDLC에서 문의/최종마당

정보마당

정보마당은 I프레임에서 사용자자료, U프레임에서 망관리정보를 포함한다(그림 11-24를 참고).

그림 11-24. HDLC에서 정보마당

그 길이는 한 망으로부터 다른 망까지 변할수 있으나 매 망안에서는 항상 고정된다. S프레임은 정보를 포함하지 않는다. 우의 여러 경우에서 본것처럼 그것은 I프레임은 자료와 함께 흐름, 오유 기타 조종정보를 포함하는것이 가능하다. 실례로 자료의 두 방향교환(반 혹은 전2중형)에서 국 2는 확인을 위해 개별적프레임을 송신하지 않고 자기자체자료프레임의 조종마당에서 국 1로부터의 자료수신을 확인할수 있다. 이렇게 조종정보와 송신하려는 자료를 결합한것을 부가식이라고 부른다.

부가식이란 하나의 단일프레임안에서 송신하려는 자료와 수신한 프레임의 확인을 결합한다는것을 의미한다.

FCS마당

프레임검사렬(FCS)은 HDLC의 오유검출마당이다. 그것은 둘 혹은 네 바이트 CRC를 포함할수 있다(그림 11-25를 참고).

그림 11-25. HDLC에서 프레임검사렬(FCS)마당

프레임에 대한 보충설명

HDLC가 리용하는 세 프레임중에서 I프레임은 가장 간단한것이다. I프레임은 사용자 정보전송과 부가식확인을 위해서 설계된 외에는 아무것도 아니다. 때문에 I프레임에서 변화대역은 작다. 모든 차이는 자료(내용과 CRC), 식별번호 혹은 수신된 프레임의 확인 (ACK 혹은 NAK)과 관련된다.

그러나 S프레임과 U프레임은 그것들의 조종마당안에서 부분마당을 가지고 있다. 조종마당의 론의에서 본것처럼 이 부분마당들은 프레임이 의미를 교체하는 부호들을 나른다. 실례로 선택적제거(SREJ)를 위하여 부호화된 S프레임은 수신준비(RR)를 위해 부호화된 S프레임과 같은 목적으로 사용될수 없다. 여기서 S와 U프레임의 각이한 형태와 리용을 검토할것이다.

S프레임

관리프레임들은 I프레임의 정보를 태우는것이 불가능하거나 적합치 않을 때의 확인, 흐름조종, 오유조종에 리용된다(국이 송신하여야 할 자기의 자료를 가지고 있지 않거나 명령을 송신하여야 하거나 확인이 아니라 다른 응답을 하여야 할 때). S프레임은 정보마당을 가질수 없으며 매개 프레임은 수신하는 국의 통보문을 나른다. 이 통보문은 S프레임의 형태, 송신상태에 기초한다. 매 S프레임의 형태는 P/F비트앞의 조종마당에 설정된 2bit부호로 결정한다. S프레임에 네가지 형태가 있다. 수신준비(RR), 수신비준비(PNR)제거, 선택제거(그림 11-26을 참고).

그림 11-26. HDLC에서 S프레임조종마당

수신준비 RR(OO)에 대한 부호를 포함한 S프레임은 매개가 서로 다른 의미를 가지고 네개의 가능한 방법으로 사용될수 있다.

- **ACK** RR는 수신기가 송신할 자기의 자료를 가지고 있지 않을 때 수신국이 수신된 I프레임에 대하여 정의 확인을 귀환시키는데 사용된다(I프레임에는 확인을 태우지 않는다.). 이 경우에 조종프레임의 N(R)마당은 수신기가 기대하는 다음 프레임의 번호를 가지고 있다. 한 바이트조종마당에서 N(R)마당은 세 비트인데

8프레임까지 확인되게 한다. 확정방식조종마당에서 N(R)마당은 7bit를 가지는데 128프레임까지 확인하게 한다.

- **문의** P/F비트를 P로 설정하여 1차(혹은 결합국에서 능동 1차)가 송신할 때 RR는 송신할것을 가지고 있는가고 2차에 묻는다.
- **문의에 대한 부의 응답** P/F비트를 P로 설정하여 2차가 송신할 때 RR는 2차가 송신할것이 없다고 1차에 알린다. 2차가 송신할 자료를 가지고 있다면 그것은 I프레임의 문의에 응답한다. S프레임이 아니다.
- **선택에 대한 정의응답** 2차가 1차로부터의 송신을 수신할수 있으면 R/F비트를 1로 설정하여(F로 설정) RR프레임을 귀환시킨다(선택에 대해서는 RNR를 참고).

수신불가능 RNR프레임은 서로 다른 세가지 방법으로 사용된다.

- **ACK** 송신국에 수신기가 반환한 RNR는 N(R)에서 지적된것을 내놓고 모든 프레임에 대한 수신을 확인하나 RR프레임이 나올 때까지 그이상 프레임은 송신하지 않을것을 요구한다.
- **선택** 1차가 특정의 2차에 자료를 송신하려고 할 때 P/F(P로 사용)설정하여 RNR프레임을 송신함으로써 2차에 알려 진다. RNR부호는 2차에 그자신의 자료를 송신하지 않는다고 알리며 이때 프레임은 선택이지 문의는 아니다.
- **선택에 대한 부의응답** 선택된 2차가 자료를 수신할수 없을 때 P/F를 설정하여 RNR프레임을 반환한다.

제거 S프레임의 세번째 형태는 제거(REJ)이다. REJ는 수신기가 응답할 자료를 가지고 있지 않을 때 n되돌이ARQ 오유교정시에 수신기가 반환하는 부인이다. REJ프레임에서 N(R)마당은 파손프레임의 번호를 포함하며 프레임과 그뒤의 모든 프레임들이 재송신되여야 한다는것을 가리킨다.

선택적제거 선택적제거(SREJ)프레임은 선택적제거ARQ체계에서 부인이다. 특정한 프레임(N(R)마당의 번호)이 파손되였고 재송신하여야 한다는것을 수신기가 송신기에 알리기 위하여 보내는것이다.

그림 11−27은 문의와 선택에서 P/F비트의 사용을 보여 준다.

U프레임

번호화되지 않은 프레임들은 접속된 장치들사이에서 대화관리와 조종정보를 교환하는데 사용한다. S프레임과 달리 U프레임들은 정보마당을 포함하나 체계관리정보에 사용되는것은 사용자자료는 아니다. 그러나 S프레임처럼 U프레임이 나른 대다수 정보는 조종마당에 포함된 부호이다. 부호는 두 부분으로 나눈다. P/F비트앞의 두 비트머리부와 P/F비트뒤의 세 비트꼬리부이다.

이 두 토막들은 32개까지의 서로 다른 U프레임을 생성하는데 사용할수 있다. 가장 일반적결합의 일부를 그림 11−28은 보여 준다.

표 11−2에서 보여 준 U프레임명령들과 응답들은 다섯개의 기초적인 기능부류로 나눌수 있다. 즉 방식설정, 비번호교환, 분리, 개시 기타이다.

그림 11-27. 문의와 선택에서 P/F의 리용

코드		지령	응답
00	001	SNRM	
11	011	SNRME	
11	000	SARM	DM
11	010	SARME	
11	100	SABM	
11	110	SABME	
00	000	UI	UI
00	110		UA
00	010	DISC	RD
10	000	SIM	RIM
00	100	UP	
11	001	RSET	
11	101	XID	XID
10	001		FRMR

그림 11-28. HDLC에서 U프레임조종마당

방식설정 방식설정명령은 대화방식을 확립하기 위하여 1차국 또는 교환을 조종하려고 하는 결합국이 송신한다. 방식설정 U프레임은 전송이 무슨 형식인가를 수신국에 알린

다. 실례로 만일 결합국이 다른 국과 일시적1차-2차관계를 확립하려 한다면 부호 00001(규격응답방식의 경우)를 포함하는 U-프레임을 송신한다. 주소화된 국은 이 전송(마치도 1차국에서 오는것과 같은)을 수신하도록 선택되는것으로 리해하고 해당한 조정을 한다(표 11-2를 참고).

표 11-2 U프레임조종명령과 응답

지령/응답	의 미
SNRM	표준응답방식설정
SNRME	표준응답방식설정(확장)
SARM	비동기응답방식설정
SARME	비동기응답방식설정(확장)
SABM	비동기평형방식
SABME	비동기평형방식(확장)
UP	비번호문의
UI	비번호정보
UA	비번호확인
RD	요청분리
DISC	분리
DM	분리방식
RIM	요청정보방식
SIM	개시방식설정
RSET	재설정
XID	교환ID
FRMR	프레임제거

번호화되지 않은 교환 번호화되지 않은 교환부호들은 장치들사이에서 자료련결정보의 특정토막을 송신하거나 요청하는데 사용한다. 번호화되지 않은 문의(UP)부호(00100)는 번호화되지 않은 교환에서 주소화된 국의 송신/수신상태를 확립하기 위하여 회선의 1차국(1차로 동작하는 결합국)이 송신한다. 번호화되지 않은 정보(UI)부호(00000)는 동기화경우의 시간/자료와 같은 특정한 정보토막들의 송신에 리용된다. UI프레임은 명령(즉 송신중의 파라메터의 목록) 혹은 응답(즉 자료를 수신하도록 주소화된 국의 능력서술)으로 송신될수 있다.

번호화되지 않은 확인(UA)부호(00110)는 번호화되지 않은 요청프레임(즉 RD:분리요구)들중의 하나를 확인하고 설정방식명령을 접수하도록 하기 위하여 번호화되지 않은 문의에 대한 답변으로 주소화된 국이 반환할수 있다(표 11-2를 참고).

분리 세개의 분리코드가 있다. 하나는 작용중의 1차 혹은 결합국으로부터의 명령, 다른 두개는 수신국으로부터의 응답이다. 이것들중 첫번째인 분리(DISC, 0001)는 접속을 종결 짓도록 1차국이 2차국에 보내는것이다. 두번째인 분리요청(RD 00010)은 DISC가 나

온후 처음 두번째 국이 요청한다. 세번째인 분리방식(DM 11000)은 개시국에 방식설정에 대한 부의 응답으로 주소화된 국이 송신한다(표 11−2를 참고).

개시방식 명령(첫 체계로부터 두번째 체계로)으로 리용되는 부호 10000은 설정개시방식(SIM)을 의미한다. SIM은 주소화된 국이 그의 자료련결조종기능을 개시하도록 준비시킨다. 실례로 SIM명령뒤에는 새 프로그람 혹은 새 파라메터묶음을 포함하는 UI프레임이 따른다. 응답(두번째 체계에서 첫번째 체계로)으로 리용되는 같은 부호 10000은 개시방식(RIM)을 요구하고 첫번째 국으로부터 SIM명령을 요청한다는것을 의미한다. 그것은 두번째 국이 SIM을 먼저 수신하지 않고는 명령을 따를수 없을 때 방식설정명령이 응답하는데 리용한다(표 11−2를 참고).

기타 마지막 세 명령들중에 첫 두 명령 재설정(RSET 11001)과 교환 ID(XID.11101)는 개시체계로부터 주소화된 체계로 주는 명령이다. 세번째인 프레임제거(FRMR.10001)는 주소화된 체계가 개시체계에 보내는 응답이다.RSET는 첫번째 국이 그의 송신렬번호를 재설정하고 있다는것을 두번째 국에 알리고 두번째 국이 똑같이 하도록 명령한다. 그것은 보통 FRMR에 대한 응답에서 나온다. ID는 두번째 국으로부터 확인자료의 교환을 요구한다(즉 주소는 무엇인가?).

FRMR는 두번째 체계가 수신한 U프레임이 문장론적오유를 포함하고 있다는것을 첫 체계에 알린다(이것은 HDLC프레임과 같이 보지 말아야 한다).

실례로 프레임이 S프레임과 일치하나 정보마당을 포함하고 있을 때 주소화된 체계가 그것을 반환한다(표 11−2를 참고)

실례

여기서 HDLC를 리용하는 통신의 일부 실례를 보여 준다.

실례 11.1 문의/응답

그림 11−29에서 다중분기회선의 1차장치(수프레임)는 문의에 대한 부호를 포함하는 S프레임을 가지고 2차장치(A)를 문의한다. 기발마당에는 먼저 문의 받고 있는 2차의 주소(이 경우에는 A)가 뒤따른다. 세번째 마당인 조종마당은 그 프레임이 S프레임임을 확인하는 부호, 송신기의 RR상태를 가리키는 부호도 문의로 설정된 P/F비트, N(R)=0인 마당을 포함하고 있다.

조종마당뒤에는 오유검출부호(FCS)와 완료기발마당이 따른다. 국 A가 송신할 자료를 가지고 있으면 0과 1로 번호화된 두개의 I프레임으로 응답한다. 여기서 두번째 프레임은 자료의 끝을 가리키도록 최종으로 설정된 P/F비트를 가지고 있다. 1차는 프레임 0과 1을 수신하였고 만일 A가 프레임을 더 송신한다면 다음의 번호 2가 기다리고 있다는것을 알리기 위하여 N(R)마당에 번호 2를 포함한 S프레임으로 두 프레임을 확인한다.

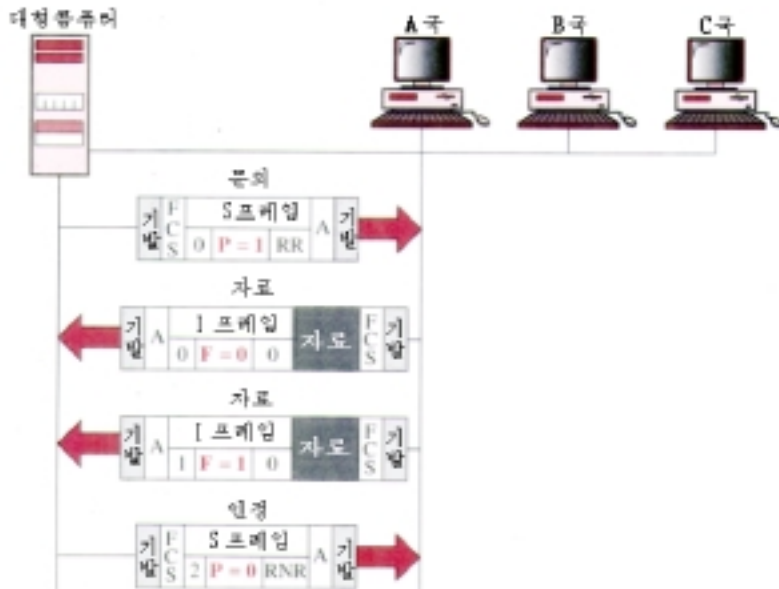



그림 11-29. HDLC를 리용하는 문의의 실례

실례 11.2 선택/응답

이 실례에서 2차장치인 국 B가 전송을 수신하도록 1차장치를 선택하는것을 보여 주기 위하여 같은 다중점구성를 리용한다(그림 11-30을 참고).

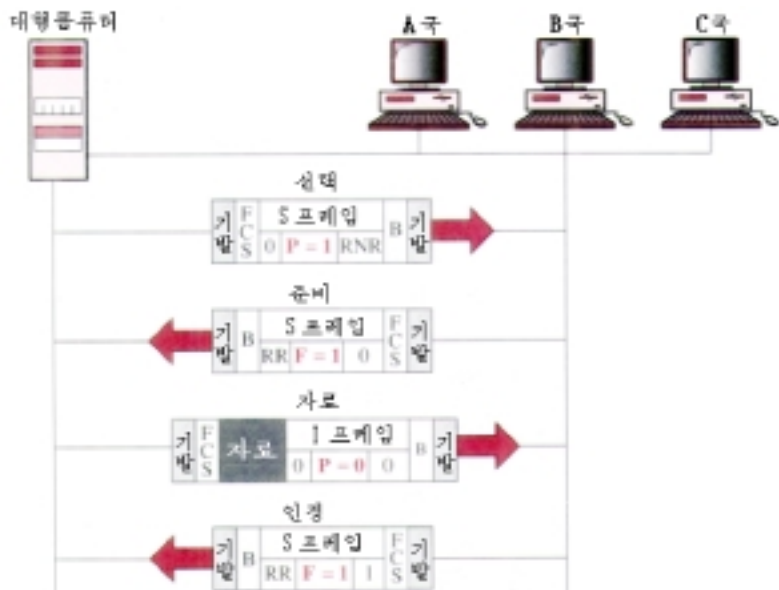



그림 11-30. HDLC를 리용하는 선택의 실례

먼저 1차는 선택에 대한 부호를 포함한 주소화된 S프레임을 국 B로 내보낸다. 선택프레임은 앞의 실례에서 RNR에로 조종마당의 RR상태가 RNR로 변화하였다는것을 제외하고는 문의프레임과 일치하며 2차는 수신준비만 하고 송신은 하지 말것을 알려 준다. 국 B는 수신준비되였고 이 프레임이 마지막이라는것을 가리키도록 설정된 최종비트와 RR부호를 포함하고 있는 다른 S프레임으로 응답한다.

1차는 자기의 자료를 포함하는 I프레임을 송신한다. 그 프레임은 B로 주소화되고 N(S)마당은 프레임번호 0으로 지적하고 P비트는 그 프레임이 문의가 아니라는것을 가리키기 위해 설정되지 않았으며 N(R)마당은 I프레임이 귀환된다면 번호 0일것이라는것을 지적한다. 국 B는 2중목적을 가지고 RR프레임으로 응답한다. 설정종결비트는 B가 그 어떤것과도 송신할수 없다는것을 1차에 알리며 N(R)마당에서의 1은 프레임 0의 수신을 확인하고 B가 다음의 프레임 1로 수신할것을 기대하고 있다는것을 가리킨다.

실례 11.3 동등장치

그림 11-31에서의 실례는 확인을 태운것을 리용하는 비동기평형방식(ABM)에서의 교환을 보여 준다.

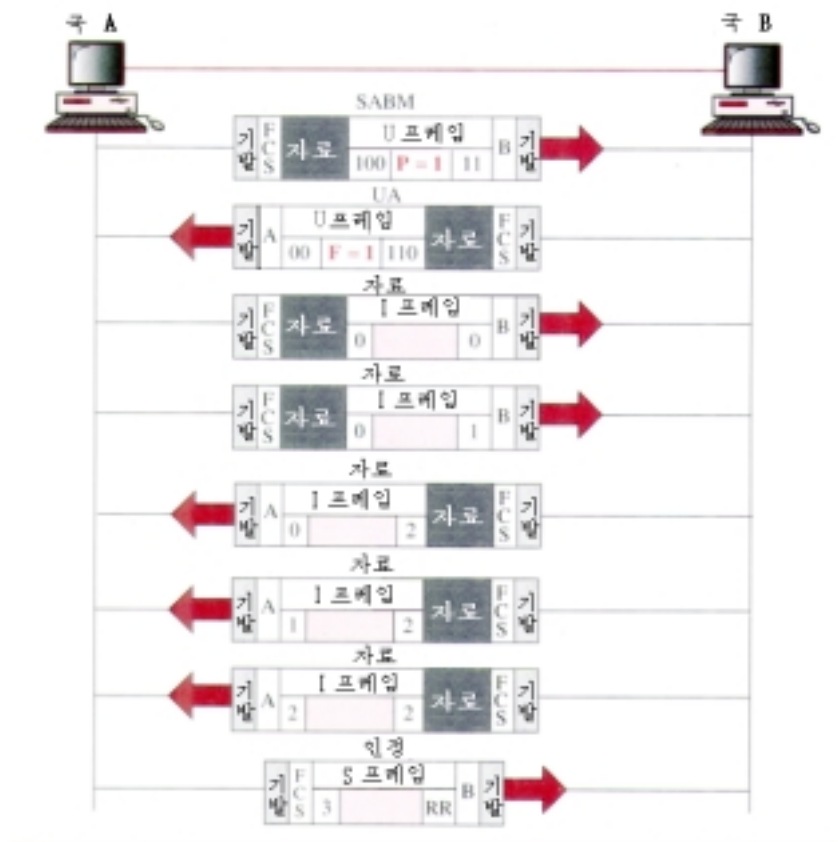



그림 11-31. HDLC를 리용하는 동등관계통신의 실례

두 국은 같은 상태이며 동등회선으로 련결되였다.

국 A는 SABM이 비동기평형방식으로 회선을 확립하도록 하는 부호를 포함한 U프레임을 내보낸다. P비트는 국 A가 대화를 조종하고 먼저 송신하려고 한다는것을 가리킬수 있게 설정된다. 국 B는 F비트가 설정하여 UA부호를 포함한 U프레임을 귀환하는것으로 요청을 접수한다. 비동기평형방식에서의 전송을 합의함으로써 두 국은 1차, 2차가 아니라 결합된 형태로 하여 P/F비트는 더는 유효성이 없으며 그뒤의 프레임에서는 무시된다.

국 A는 0번호 I프레임과 1번호 I프레임으로 정보의 교환을 시작한다. 국 B는 I프레임에 두 프레임의 확인을 태운다. 국 B의 첫 프레임은 역시 0번호로 되고 N(R)마당은 2로 되는데 이것은 A의 프레임 1과 0의 수신을 확인하며 다음의 프레임 2를 기대한다는것을 지적한다. 국 B는 국 A로부터 그이상의 프레임을 접수하기전에 두번째와 세번째 I프레임(1과 2로 번호화된)을 송신한다.

따라서 그의 N(R)정보는 변하지 않는다. B프레임 1과 2는 국 B가 여전히 A프레임 2가 다음에 도착하기를 기다리고 있다는것을 가리킨다.

국 A는 자료모두를 송신하였다. 따라서 I프레임에 확인을 태울수 없으며 대신에 S프레임을 송신한다.

RR부호는 A가 여전히 수신할 준비가 되였다는것을 가리킨다. N(R)마당에서 번호 3은 프레임 0, 1, 2가 모두 접수되였고 A는 지금 프레임번호 3을 기다리고 있다는것을 B에 알린다.

실례 11. 4 오유를 가진 동등통신

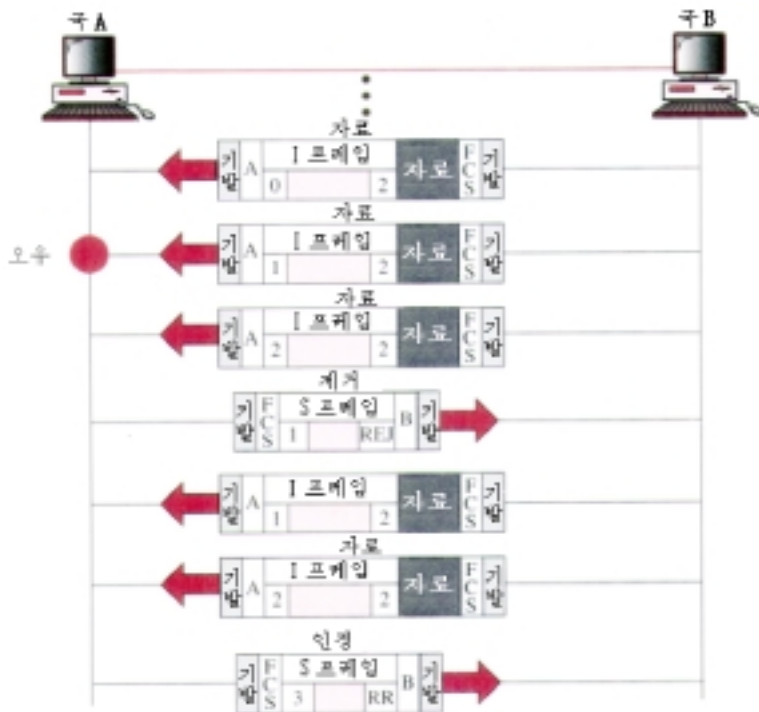



그림 11-32. 실례 11. 4

앞의 실례에서 국 B로부터 국 A로 송신한 프레임에 오유가 있다고 하자. 국 A는 국 B가 프레임 1과 2(그 체계는 *n*되돌이규약을 리용하고 있다.)를 재송신하도록 알려야 한다. 국 A는 프레임 1에서 오유를 알리도록 제거감시프레임을 송신한다. 그림 11-32는 그 상태를 보여 준다.

1 1 . 5 . 련결접근절차

일반분류련결접근절차(LAP)의 여러 규약들이 개발되였다. 이 규약들의 개개는 특정목적에 맞춘 HDLC의 부분모임이다. LAPB, LAPD, LAPM은 이것들중에서 가장 일반적인것이다.

LAPB

련결접근절차, 평형(LAPB)은 망과 국을 련결하는데서만 리용하는 HDLC의 가장 단순한 부분모임이다. 따라서 그것들은 DTE와 DCE사이 통신에서 요구하는 기초조종기능들만을 보장한다(즉 그것은 문의와 선택문자는 포함하지 않는다.).

LAPB는 두 장치들의 평형구조에서만 사용되는데 두 장치 다 결합된 형태로 있다. 통신은 항상 비동기평형방식이다. LAPB는 오늘날 B통로의 수자식종합통신망(ISDN)에서 리용된다(ISDN의 설명에 대해서는 16장을 참고).

LAPD

D통로 경우의 련결절차(LAPD)는 수자식종합통신망(ISDN)에서 사용하는 HDLC의 단순화된 또 다른 부분모임이다. 그것은 다른 대역신호에서 리용되는데 비동기평형방식(ABM)을 리용한다.

LAPM

모뎀회선접근절차(LAPM)는 모뎀을 위한 HDLC의 단순화된 부분모임이다. 그것은 비동기식-동기식변환, 오유검출, 재전송을 할수 있게 설계되였다. 또한 모뎀에 HDLC특성을 적용하기 위하여 개발되였다.

1 1 . 6 . 실마리어

1차국	기발
2진동기통신(BSC)	관리프레임(S프레임)
2차국	동기구조
결합국	동기자료련결조종(SDLC)
고준위자료련결조종(HDLC)	련결접근절차-D통로경우(LAPD)

련결접근절차-모뎀의 경우(LAPM)
련결접근절차-평형(LAPB)
문자지향규약
문의/종결비트(P/F비트)
문의비트(P비트)
바이트
바이트삽입
바이트지향규약
분리
블로크검사총계(BCC)
블로크비동기전송(BLAST)
비동기규약
비동기평형방식(ABM)
비트삽입
비트지향규약
비평형구조
비평형프레임(U프레임)
정보프레임(I-프레임)
조종특성
종결비트(F비트)
주소마당
투명성
평형구조
규격응답방식(NRM)태우기
프레임
프레임검사렬(FCS)
Kermite
S프레임
U프레임
X모뎀
Y모뎀
Z모뎀

11. 7. 요약

- 자료통신규약은 OSI모형의 하나 혹은 그이상 층을 실현하기 위하여 사용된 기술특성들의 묶음이다.
- 자료련결규약은 동기 혹은 비동기로 분류할수 있다.
- X모뎀, Y모뎀, Z모뎀, 블로크비동기전송, Kermit와 같은 비동기규약은 파일전송에서 리용된다.
- 동기규약은 두 집단으로 분류할수 있다.
  ㄱ) 가지향규약
  ㄴ) 비트지향규약
- 문자지향규약에서 프레임은 문자렬로 해석한다.
- 비트지향규약에서는 매개 비트 혹은 비트묶음이 의미를 가진다.
- 2진동기통신(BSC)은 잘 알려진 문자지향규약이다.
- BSC는 점대점 혹은 다중점회선구조에서 정지-대기ARQ를 리용하는 반2중방식으로 동작한다.
- BSC프레임에 두가지 형태가 있다.
  ㄱ) 조종프레임
  ㄴ) 자료프레임
- 조종프레임은 다음의 기능을 수행한다.
  ㄱ) 접속시킨다.
  ㄴ) 흐름과 오유를 조종한다.

ㄷ) 접속을 끊는다.

- 자료마당에서 BSC조종문자들을 닮은 비트패턴은 조종문자로 인식하지 말아야 한다. 그것은 투명하여야 한다.
- BSC에서 자료투명성은 바이트삽입이라고 부르는 과정으로 달성할수 있다.
- 바이트삽입은

  ㄱ) 투명성구역의 경계

  ㄴ) 매 DLE문자앞에서 DLE(투명성구역에서)의 첨가를 포함한다.
- 모든 비트지향규약들은 고준위자료련결조종(HDLC)과 관련된다.
- HDLC는 점대점 혹은 다중점련결구조에서 반2중 혹은 전2중으로 동작한다.
- HDLC국은 다음과 같이 분류할수 있다.

  ㄱ) 1차국-명령을 송신한다.

  ㄴ) 2차국-응답을 송신한다.

  ㄷ) 결합국-명령과 응답을 송신한다.
- HDLC국은 다음과 같이 구성한다.

  ㄱ) 비평형-하나의 1차, 하나 혹은 그이상의 2차

  ㄴ) 대칭-두개의 물리적국, 1차로부터 2차로 절환가능

  ㄷ) 평형-두개의 결합국, 매개가 같은 상태
- HDLC국은 세 방식으로 통신한다.

  ㄱ) 규격응답방식(NRM)-2차국은 전송에 대한 수량을 요구한다.

  ㄴ) 비동기응답방식(ARM)-2차국은 전송에 대한 허락을 요구하지 않는다.

  ㄷ) 비동기평형방식(ABM)-어느 결합국도 전송을 개시할수 있다.
- HDLC규약은 세가지 형태의 프레임을 정의한다.

  ㄱ) 정보프레임(I프레임)-자료전송과 조종

  ㄴ) 관리프레임(S프레임)-조종

  ㄷ) 번호화되지 않은 프레임(U-프레임)-조종과 관리
- HDLC국은 다섯개의 련속 1이 하나의 0뒤에 놓이면 0을 합해 주어 자료투명성을 조종한다. 이것을 비트삽입이라고 부른다.

11. 8. 련 습

복습문제

1. BSC에서 자료투명성이란 무엇인가?
2. BSC에서 DLE패턴을 언제 볼수 있는가?
3. HDLC I-프레임과 HDLC U-프레임에서 정보마당들사이의 차이점은 무엇인가?
4. 자료통신과 관련되는 규약술어들을 정의하시오.

5. 자료련결규약들은 어떤 부분들로 나눌수 있는가. 구분의 기초는 무엇인가?
6. 비동기규약들이 1차적으로 어떻게 리용되는가?
7. 비동기규약들은 왜 일반성을 잃는가?
8. 비동기규약들은 어떻게 분류하는가. 분류의 기초는 무엇인가?
9. 문자지향규약은 조종정보를 어떻게 나르는가?
10. BSC에서 리용되는 회선구조, 전송방식흐름과 오유조종방식을 설명하시오.
11. BSC프레임의 형태들을 설명하시오.
12. 긴 BSC통보문은 블로크로 나누어야 하는가?
13. 다중프레임 BSC전송에서 프레임의 끝과 통보문의 끝사이를 수신기가 어떻게 구분하는가?
14. BSC조종프레임은 어떻게 리용하는가?
15. HDLC국형태의 세가지를 설명하시오.
16. HDLC구조의 경우에 명령과 응답을 설명하시오.
17. HDLC프레임형태는 서로 어떻게 차이나는가?
18. HDLC에서 비트삽입은 무엇이며 왜 필요한가?
19. HDLC조종마당에서 비트들을 간단히 지적하고 설명하시오.
20. 부가식이란 무엇인가?
21. S프레임의 네가지 형태를 지정하시오.
22. U프레임의 다섯가지 부류를 지정하시오.
23. LAPB, LAPD, LAPM은 서로 어떻게 차이나는가?

선택문제

24. BSC는 ______에 대한 규격이다.
    ㄱ) 2진동기조종
    ㄴ) 2진동기통신
    ㄷ) 비트지향동기통신
    ㄹ) 바이트지향동기통신

25. BSC에서 문의에 대한 부의응답은 ______이다.
    ㄱ) NAK
    ㄴ) EOT
    ㄷ) WACK
    ㄹ) ㄴ)와 ㄷ)

26. BSC에서 선택에 대한 부의응답은 ______이다.
    ㄱ) NAK
    ㄴ) EOT
    ㄷ) WACK
    ㄹ) ㄴ)와 ㄷ)

27. BSC에서 수신기는 만일 수신된 프레임이 오유 없고 우수번호화되였다면 ________을 가지고 응답한다.

ㄱ) ACK

ㄴ) ACKO

ㄷ) ACK1

ㄹ) ㄱ) 혹은 ㄴ)

28. BSC규약은 자료전송에 _______방식을 리용한다.

ㄱ) 단순방향

ㄴ) 반2중형

ㄷ) 전2중형

ㄹ) 반-한방향

29. BSC프레임은 자료프레임 혹은 _______프레임으로 분류할수 있다.

ㄱ) 전등

ㄴ) 조종

ㄷ) 통신

ㄹ. 관리

30. BSC규약에서 ETB, ETX, ITB뒤에 ______마당이 따른다.

ㄱ) DLE

ㄴ) EOT

ㄷ) BCC

ㄹ) SYN

31. BSC규약에서 ______는 전송을 완료하거나 부의응답일수 있다.

ㄱ) DLE

ㄴ) ETX

ㄷ) EOT

ㄹ) ETB

32. 다음의 어느것이 BSC에서 가변길이 마당인가?

ㄱ) 자료

ㄴ) BCC

ㄷ) 머리부

ㄹ) 수의 모두

33. HDLC는 _______에 대한 략어이다.

ㄱ) 고2중회선통신

ㄴ) 고준위자료련결조종

ㄷ) 반2중수자련결결합

ㄹ) 호스트2중준위회선

34. HDLC에서 프레임의 주소마당은 ______국의 주소를 포함하고 있다.
ㄱ) 1차
ㄴ) 2차
ㄷ) 3차
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

35. HDLC는 ______ 규약이다.
ㄱ) 문자지향
ㄴ) 비트지향
ㄷ) 바이트지향
ㄹ) 통계지향

36. BSC는 ______규약이다.
ㄱ) 문자지향
ㄴ) 비트지향
ㄷ) 바이트지향
ㄹ) 통계지향

37. HDLC _______마당은 프레임의 시작과 끝을 정의한다.
ㄱ) 기발
ㄴ) 주소
ㄷ) 조종
ㄹ) FCS

38. 모든 HDLC조종마당에 무엇이 존재하는가?
ㄱ) P/F비트
ㄴ) N(R)
ㄷ) N(S)
ㄹ) 부호비트

39. 문의와 선택은 HDLC규약에서 ______의 기능이다.
ㄱ) I－프레임
ㄴ) S－프레임
ㄷ) U 프레임
ㄹ) ㄱ와 ㄴ

40. HDLC규약에서 I프레임의 문의/종결비트의 의미는 _____에 의존한다.
ㄱ) 체계구조
ㄴ) 프레임이 명령이거나 응답일수도 있다.
ㄷ) 체계방식
ㄹ) 우에는 없다

41. HDLC규약에서 제일 짧은 프레임은 보통 ______프레임이다.

ㄱ) 정보
ㄴ) 관리
ㄷ) 경영
ㄹ) 우에는 없다.

42. 자료의 확인이 같은 프레임으로 송신될 때 이것을 ______라고 부른다.
ㄱ) 부가식
ㄴ) 등짐
ㄷ) 편승
ㄹ) 좋은 생각

련습문제

43. 그림 11-33에서 보여 준 프레임에서 실제자료는 무엇인가?

그림 11-33. 문제 43

44. 그림 11-34에서 보여 준 프레임에서 실제자료는 무엇인가?

그림 11-34. 문제 44

45. HDLC에서 관리응답프레임은 다음의 매개 BSC프레임을 어떻게 모의하였는가를 보여 준다.
ㄱ) ACK 0
ㄴ) ACK 1
ㄷ) ACK
ㄹ) WACK

46. 다음 자료는 비트삽입이다.
←000111111011111001111001111001

47. 다음 자료를 비트삽입하시오.
←0001111111111111111111111111111110011111001

48. 그림 11-35의 HDLC프레임을 1차로부터 2차로 송신한다. 다음의 질문에 답변하시오.
ㄱ) 2차의 주소는 얼마인가?

ㄴ) 프레임의 형태는 어떤 형태인가?
ㄷ) 송신렬번호는 얼마인가(번호 있다면)?
ㄹ) 확인번호는 얼마인가(만일 있다면)?
ㅁ) 그 프레임은 사용자자료를 나를수 있는가? 만일 있다면 자료의 준위는 얼마인가?
ㅂ) 관리자료는 그 프레임이 나를수 있는가? 만일 있다면 자료의 값은 얼마인가?

그림 11-35. 문제 48. 49

49. 2차로부터 1차로 보낸 프레임을 가지고 문제 48을 반복하시오.

50. 그림 11-36에서 HDLC프레임이 1차로부터 2차로 송신한다.
다음의 질문에 답변하시오.
ㄱ) 2차의 주소는 얼마인가?
ㄴ) 프레임의 형태는 어떤것인가?
ㄷ) 송신과 렬번호는 얼마인가(만일 있다면)?
ㄹ) 확인번호는 얼마인가(만일 있다면)?
ㅁ) 사용자자료는 그 프레임이 나를수 있는가? 만일 그렇다면 자료의 값은 얼마인가?
ㅂ) 관리자료는 그 프레임으로 나눌수 있는가? 만일 있다면 자료의 값은 얼마인가?
ㅅ) 프레임의 목적은 무엇인가?

그림 11-36 문제 50, 51

51. 2차로부터 1차로 송신한 프레임을 가지고 련습 50을 다시 하시오.

52. 그림 11-37의 프레임은 1차로부터 2차로 송신된다. 다음의 질문에 답변하시오.
ㄱ) 2차의 주소는 얼마인가?
ㄴ) 프레임은 어떤 형태인가?
ㄷ) 송신기 렬번호는 얼마인가(만일 있다면)?
ㄹ) 확인번호는 얼마인가?
ㅁ) 그 프레임은 사용자자료를 나를수 있는가? 만일 있다면 자료의 준위는 얼마인가?
ㅂ) 프레임은 관리프레임을 나를수 있는가? 있다면 자료의 값은 얼마인가?

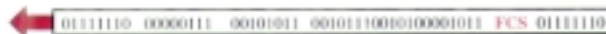



그림 11-37. 문제 52

53. 그림 11-38의 프레임은 1차에서 2차로 송신한다. 다음의 질문에 답변하시오.

그림 11-38. 문제 53

ㄱ) 2차의 주소는 무엇인가?
ㄴ) 프레임의 형태는 무엇인가?
ㄷ) 송신기의 렬번호는 얼마인가?(만일 있다면)
ㄹ) 확인번호는 얼마인가?(만일 있다면)
ㅁ) 프레임은 사용자자료를 나를수 있는가? 있다면 자료의 값은 얼마인가?
ㅂ) 관리자료를 나를수 있는가? 있다면 자료의 값은 얼마인가?

54. 그림 11-39의 프레임은 1차로부터 2차로 송신한다. 다음의 질문에 답변하시오.
ㄱ) 2차의 주소는 무엇인가?
ㄴ) 프레임의 형태는 무엇인가?
ㄷ) 어떤 송신형태인가?

그림 11-39. 문제 54

55. BSC를 리용하여 점대점주소의 콤퓨터사이에서 다음의 각본으로 프레임렬을 보여 주시오.
ㄱ) 콤퓨터 A는 콤퓨터 B가 자료를 송신하겠는가를 묻는다.
ㄴ) 콤퓨터 B는 가능한껏 응답한다.
ㄷ) 콤퓨터 A는 다섯개의 프레임을 보냈는데 매개가 100byte의 4블로크로 구성되였다.
ㄹ) 콤퓨터 B가 수신을 확인한다.

56. BSC를 리용하여 다음 각본에 따라서 프레임렬을 그리시오(콤퓨터 A는 1 차이고 B는 2차이다).
ㄱ) 콤퓨터 A는 콤퓨터 B가 송신할 가능성을 가지고 있는가를 검사한다.
ㄴ) 콤퓨터 B는 50byte의 프레임을 송신한다.
ㄷ) 콤퓨터 A는 수신을 확인한다.

57. 그림 11-29를 리용하여 국 A가 송신할 자료를 가지고 있지 않으면 프레임의 교환을 보여 주시오.
58. 그림 11-29를 리용하여 프레임 1을 잃었다면 프레임의 교환을 보여 주시오.
59. 그림 11-30을 리용하여 국 B가 자료를 수신할 준비가 되여 있지 않다면 프레임의 교환을 보여 주시오.
60. 그림 11-30을 리용하여 확인이 없어 졌을 때 프레임의 교환을 보여 주시오.

제１２장. 국부망

국부망(LAN)은 여러개의 독립적인 장치들이 제한된 지역에서 서로 직접 통신할수 있도록 하는 자료통신체계이다.

LAN들은 이써네트, 통표모선, 통표고리, 빛섬유분산형자료대면부(FDDI)의 4개 구조로 나누인다. 이써네트, 통표모선, 통표고리는 IEEE의 규격이며 802계획의 일부이고 FDDI는 ANSI규격이다.

현재 리용되고 있는 LAN규약들중에서 자료련결조종부분은 다 HDLC에 기초하고 있다. 그러나 매개 규약은 자기 기술의 특정한 요구에 맞추어 HDLC를 적응시켰다(실례로 고리형위상고리는 별형위상고리와는 다른 요구를 가지고 있다.). 규약들의 차이는 각이한 설계요구를 취급하도록 하는데서 생긴것이다.

１２．１．프로젝트 ８０２

1985년에 IEEE의 콤퓨터협회는 여러 제작자들의 장치들사이에서 호상통신을 보장하는 규격을 설정하기 위하여 프로젝트 802이라는것을 시작하였다. 프로젝트 802는 OSI모형의 어떤 부분도 교체하지 않으려고 노력하였다. 단지 그것은 주요 LAN규약의 호상접속성을 위하여 물리층, 자료련결층 그리고 약간의 망층기능들을 규정하는 방법이다.

1985년에 IEEE의 콤퓨터협회는 프로젝트 802를 개발하였다. 그것은 OSI모형ㅣ 첫 두개 층과 세번째 층의 일부를 포괄한다.

IEEE프로젝트802와 OIS모형의 관계를 그림 12−1에서 보여 주었다.

IEEE는 자료련결층을 두개의 보조층 즉 론리적련결조종(LLC)과 매체접근조종(MAC)으로 나누었다.

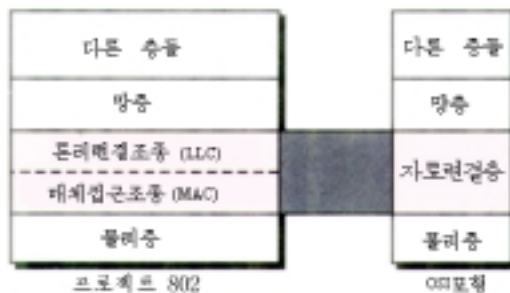



그림 12−1. OSI모형에 비한 LAN

프로젝트 802는 자료련결층을 두개의 보조층 즉 론리적련결조종(LLC)과 매 ㅣ접근조종(MAC)으로 분할하였다.

이 보조층외에 계획802에는 호상망결합을 관리하는 부분이 포함된다. 이 부분은 규약을 통하여 각이한 LAN들과 MAN들의 호환성을 확보하며 다른 비호환성망들을 통하여 자료가 교환될수 있게 한다.

프로젝트 802의 장점은 모듈방식이다. LAN관리에 필요한 기능들을 보조분할함으로써 설계자들은 일반화할수 있는것들은 규격화하고 특별히 유지되여야 하는것은 분리하였다. 매개 보조분할은 802.1(호상망결합), 802.2(LLC), MAC모듈 802.3(CSMA/CD), 802.4(통표모선), 802.5(통표고리) 그리고 기타의 번호로 식별된다(그림 12−2를 참고).

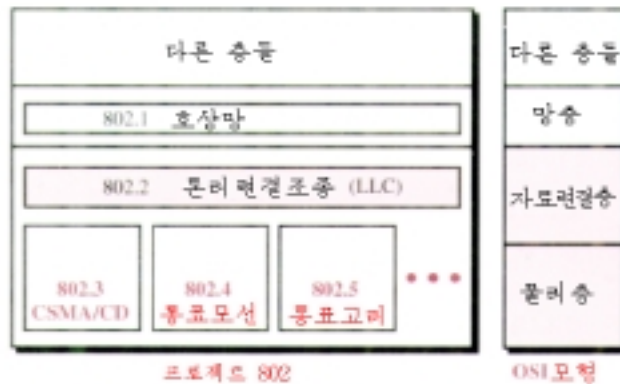



그림 12−2. 프로젝트 802

IEEE 802.1

IEEE 802.1은 LAN과 MAN들에서 호상망결합을 전문으로 하는 프로젝트 802의 부분이다. 아직 완성되지는 않았지만 그것은 현재의 주소화, 접근, 오유회복방식 등에서 변경이 없이 망구조들사이의 비호환성을 해결하려고 노력한다. 이런 문제 몇가지를 21장에서 고찰하게 될것이다.

IEEE802.1은 LAN에 대한 호상망결합규격이다.

LLC

일반적으로 IEEE계획802모형은 HDLC프레임구조를 취하며 그것을 두개의 기능모임으로 나누었다. 그 하나가 프레임의 종단사용자부분인 론리주소, 조종정보, 자료이다. 이 기능들은 IEEE 802.2론리련결조종(LLC)규약에서 취급된다. LLC는 IEEE 802자료련결

층의 웃층이며 모든 LAN규약들에서 공통이다.

IEEE802.2론리련결조종(LLC)은 자료련결층의 웃보조층이다.

MAC

두번째 기능모임 즉 매체접근조종(MAC)보조층은 공유매체의 경우에 경쟁문제를 해결한다. 그것은 정보를 한곳에서 다른데로 이동시키는데 필요한 동기화, 기발, 흐름, 오유조종특성를 포함한다. 물론 파케트를 수신하고 경로조종하는 다음 국의 물리주소도 포함한다. MAC규약은 이써네트, 통표고리, 통표모선 등을 리용하는 LAN의 경우에 특정이다.

매체접근조종(MAC)은 자료련결층의 낮은 보조층이다.

규약자료단위(PDU)

LLC준위에서의 자료단위를 규약자료단위(PDU)라고 한다.

PDU는 HDLC에서 잘 알려 진 4개 마당을 포함한다. 즉 목적지봉사접근점(DSAP), 원천봉사접근점(SSAP), 조종마당, 정보마당(그림 12−3을 참고).

DSAP와 SSAP

DSAP와 SSAP는 LLC에서 자료를 발생하고 리용하는 수신 및 송신장치의 규약탄창을 식별하기 위하여 리용되는 주소이다.

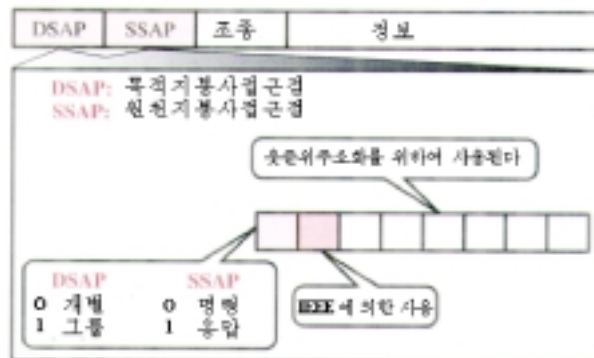



그림 12−3. PDU형식

DSAP의 첫 비트는 프레임이 한개 목적지인가 아니면 그룹을 목적으로 하는가를 나

타낸다(그림 12-3을 참고).

조종

PDU의 조종마당은 HDLC에서와 같다. HDLC에서와 같이 PDU프레임은 I－프레임, S－프레임, U－프레임일수 있으며 대응하는 HDLC프레임이 나르는 코드와 정보를 다 나른다(그림 12-4를 참고).

그림 12-4. PDU에서 조종마당

PDU는 기발마당, CRC, 국주소를 가지지 않는다. 이 마당들은 아래보조층(MAC층)에 첨가된다.

12. 2. 이써네트

IEEE802.3은 초기에 Xerox가 개발하였으며 후에 Digital Equipment, Intel, Xerox의 협동으로 확장되여 LAN규격을 지원한다. 이것이 바로 이써네트이다.

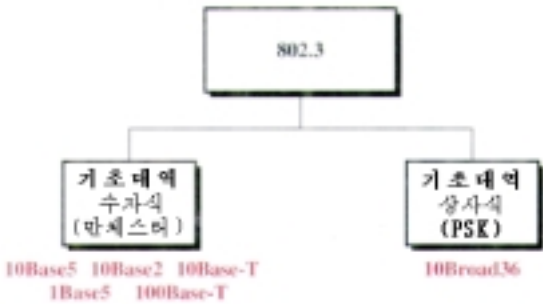



그림 12-5. IEEE 802.3

IEEE802.3은 두개 부류로 정의한다. 즉 Baseband(기초대역)와 Broadband(광대역)이다(그림 12-5를 참고). 단어《기초대역》은 수자신호(이 경우에 만체스터부호화)를 규정한

다. 단어《광대역》은 상사신호(이 경우에 PAK부호화)를 규정한다. IEEE는 Base부류를 5개 규격으로 나눈다. 즉 10Base5, 10Base2, 10Base−T, 1Base5, 100Base−T. 첫 수자(10, 1, 100)는 Mbps의 자료속도를 지적한다. 마지막수자 또는 문자(5, 2, 1, T)는 최대 케블길이나 형식을 가리킨다. IEEE는 광대역에 대하여 하나의 특성만 정의한다. 즉 10 Broad36. 역시 첫 번호(10)는 자료속도를 나타낸다. 마지막수자는 최대 케블길이이다. 그러나 최대 케블길이제한은 반복기나 다리(21장을 참고)를 리용할 때 변화될수 있다.

접근방법 CSMA/CD

여러 사용자가 한개 회선에 대하여 무질서한 접근을 진행할 때는 언제나 신호중첩과 파괴의 위험이 있다. 이러한 중첩은 신호를 쓸모 없는 잡음으로 되게 하는데 이것을 충돌이라고 한다. 통신량이 다중접근련결에 대하여 증가할 때 충돌도 증가한다. 그러므로 LAN은 통신량을 조절해서 충돌회수를 최소화하고 성과적으로 전달되는 프레임의 개수를 최대로 하는 구조를 가져야 한다. 이써네트에서 리용되는 접근구조를 충돌검출반송파수감다중접근(CSMA/CD)이라고 한다.

CSMA/CD는 다중접근(MA)으로부터 반송파수감다중접근(CSMA)으로 그리고 충돌검출반송파수감다중접근(CSMA/CD)으로 발전한것이다. 초기의 설계는 매국이 회선에 동일하게 접근하는 다중접근방법이였다. MA에서는 통신량조종이 없다. 회선에 대한 접근은 임의의 시각에 임의의 마디점에 대하여 다 열려 있고 이것은 같은 시간에 접근을 다투는 두 장치의 가능성이 충분히 작다는것을 가정한것이다. 임의의 국은 자료를 송신하고 싶을 때 한다. 그다음 전송된 프레임이 회선의 다른 통신량으로 하여 파괴되지 않았다는것을 검증하는 확인을 의뢰한다.

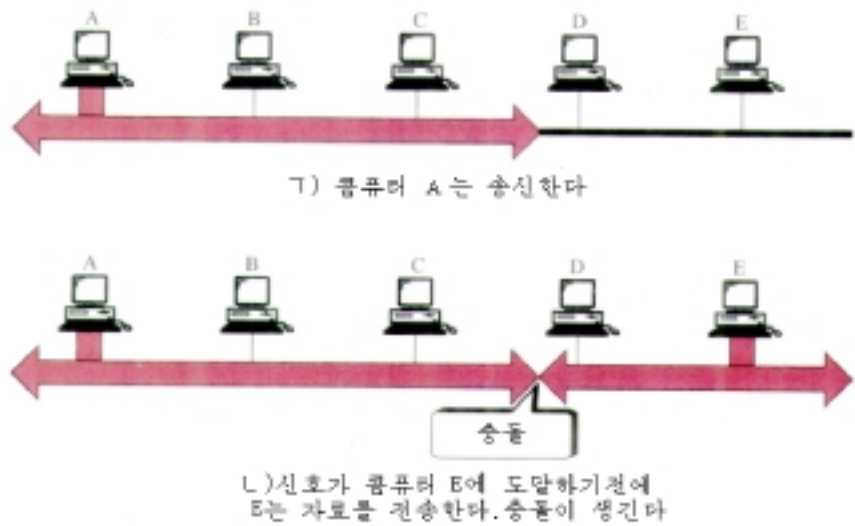



그림 12−6. CSMA/CD에서 충돌

CSMA체계에서는 송신하려는 워크스테이션은 회선의 통신량에 대하여 먼저 알아보아야 한다. 장치는 전압을 검사함으로써 알수 있다. 만일 전압이 검출되지 않는다면 회선은 휴식상태에 있는것으로 생각되며 전송이 시작된다. CSMA는 충돌수를 줄이기는 하지만 제거하지 못한다. 충돌은 여전히 일어 날수 있다.

만일 어느 다른 국이 방금 송신을 하였기때문에 회선을 알아 보는 국에 도달하지 못하면 회선이 휴식하는것으로 보고 자기 신호를 회선으로 내보낼수 있다.

마지막단계에 충돌검출이 추가되였다. CSMA/CD에서 송신하면 국은 먼저 회선이 자유로운가를 확인한 다음 자료를 송신하고 다시 결과를 알아 본다. 자료를 송신하는 동안 국은 충돌을 의미하는 높은 전압이 나타나는가를 검사한다. 만일 충돌이 검출되면 그 국은 현재의 송신을 중단하고 회선이 비기를 기다리다가 다시 송신한다(그림 12−6).

주소화

이써네트망에서 매개 국은(PC, 워크스테이션, 인쇄기) 자기의 망기판(NIC)을 가지고 있다. NIC는 보통 국내부에 설치되며 6byte의 물리주소를 가지고 있다. NIC의 번호는 유일하다.

전기적명세

신호

Base체계들은 만체스터수자부호화를 리용한다(5장을 참고). 광대역체계가 하나 있는데(10 Broad36) 그것은 수자/상사번호를 리용한다(차동 PSK).

자료속도

이써네트 LAN은 1～100Mbps의 자료속도를 지원할수 있다.

프레임형식

IEEE 802.3은 서문, SFD, DA, SA, 길이/형식, 802.2프레임, CRC의 7개 마당을 포함하는 프레임형식을 규정한다. 이써네트는 수신된 프레임을 확인하는 어떤 구조도 보장하지 않는다. 즉 믿음성이 없는 매체로 되게 한다. 확인은 높은 층에서 실현되여야 한다. CSMA/CD에서 MAC프레임의 형식을 그림 12−7에서 보여 주었다.

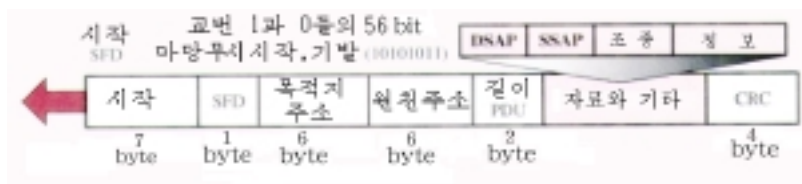



그림 12−7. 802.3MAC프레임

서문 802.3프레임의 첫 마당인 서문은 수신체계에 프레임이 들어 오는것을 알려 주고 입구시간조종에 동기를 맞추도록 하는 0과 1의 교번적인 7개 바이트(56bit)이다. 1010101의 패턴은 경계신호와 동기임풀스를 보장할뿐이다. 그것은 쉽게 이지러 질수 있기때문에 자료렬의 시작을 나타내는데는 그리 유용하지 못하다. HDLC는 경계신호, 시간조종, 시작동기를 하나의 마당 즉 기발에 조합하였다. IEEE 802.3은 이 세개 기능을 서문과 두번째 마당(시작프레임경계 : SFD)에 나누어 놓았다.

시작프레임경계(SFD) 802.3의 3번째 마당(한 바이트는 10101011)은 프레임의 시작을 알린다. SFD는 뒤에 오는것이 주소들과 자료임을 수신기에 알려 준다.

목적지주소(DA) 목적지주소마당(DA)에는 6byte가 배당되며 파케트의 다음 목적지의 물리주소를 포함한다. 체계의 물리주소는 망기판우에 부호화된 비트패턴이다. 매개 NIC는 유일주소를 가지며 다른 NIC와 구별된다. 만일 파케트가 한 LAN으로부터 다음 LAN을 지나서 목적지에 도착한다면 DA마당은 현재 LAN과 다음것을 접속시키는 경로조종기의 물리주소를 포함한다. 파케트가 목표망에 도달할 때 DA마당은 목적지장치의 물리주소를 포함한다.

원천주소(SA) 원천주소마당에는 역시 6byte가 배당되며 파케트를 전송한 전번 장치의 물리적주소를 포함한다. 그 장치는 송신국이거나 파케트를 받아서 전송하는 최근의 경로조종기일수 있다.

길이/형식 이 두 바이트는 PDU의 바이트수를 지적한다. PDU의 길이가 고정된다면 이 마당은 형식을 가리키는데 또는 다른 규약에 대한 기준으로 리용될수 있다. 실례로 Novell과 인터네트는 그것을 PDU를 리용하고 있는 망층규약을 식별하는데 리용한다.

802.2프레임(PDU) 802.3프레임의 이 마당은 제거불가능한 모듈단위로서 전체 802.2프레임을 포함한다. PDU는 프레임의 형식과 정보마당의 길이에 따라 46～1500byte길이이다. PDU는 웃보조층(LLC)에서 발생되며 802.3프레임과 련결된다.

CRC 802.3프레임에서 마지막마당이며 이 경우 CRC-32인 오유검출정보를 포함한다.

실현

많은 IEEE계획802규격이 OSI모형의 자료련결층에 집중하고 있다 해도 802모형은 MAC층에서 정의한 매개 규약들에 대한 물리적특성 몇가지도 정의한다. 802.3규격에서 IEEE는 케블의 형태와 접속, 신호들을 정의하는데 그것들은 5개의 각이한 이써네트실현에 리용된다. 모든 이써네트 LAN들은 비록 물리적으로 늘 모선위상구조로 실현되지만 대체로 론리적모선으로 구성된다. 매개 프레임은 련결고리의 모든 국들에 송신되며 따라서 주소가 지정된 국에서만 읽혀 진다.

10Base5 : 굵은(케블) 이써네트

IEEE 802.3모형에서 정의된 첫 규격은 10Base5 굵은이써네트이다(Thicknet). 별명은 케블크기에서 나온것인데 고무호스처럼 굵어서 손으로 구부리기 힘들다. 10Base5는 기초대역신호화를 리용하며 최대 토막길이가 500m인 모선형 LAN이다.

21장에서 보게 되는바와 같이 망결합장치(반복기, 다리)들이 리용되여 국부망의 크기제한을 극복할수 있다. 굵은 이써네트에서 국부망은 장치들을 접속시킴으로써 토막들로 나누일수 있다. 이 경우에 매개 토막의 최대 길이는 500m로 된다. 그러나 충돌을 감소시키기 위하여 모선의 길이는 2,500m(5개토막)를 넘지 말아야 한다. 또한 규격은 매개 국이 서로 2.5m단위로 분리될것을 요구한다(토막당 200개국, 전체 1,000개. 그림 12-8을 참고).

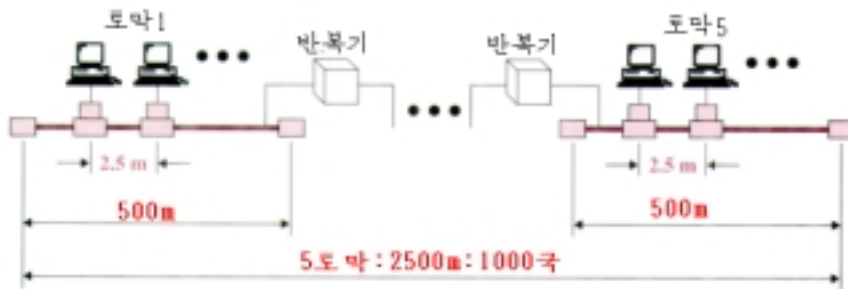



그림 12-8. 이써네트토막

10Base5에서 리용되는 물리적접속기와 케블은 동축케블, 망결합기판, 송수신기, 접합장치대면부케블(AUI)이다. 이 요소들의 호상작용을 그림 12-9에서 보여 준다.

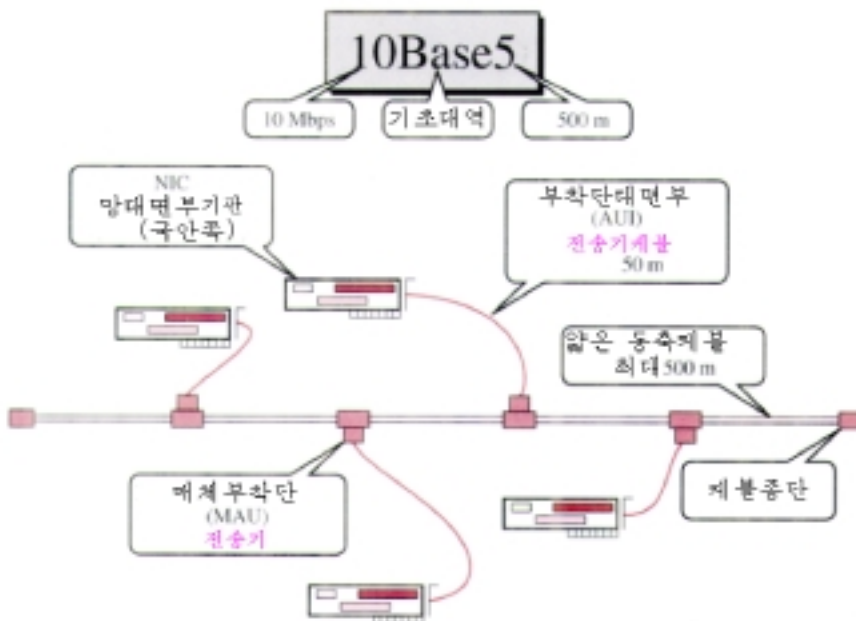



그림 12-9. 10Base5의 망체계

ORG－8케블 RG-8(RG는 무선통제를 의미한다.)은 IEEE 802.3규격의 중추를 보장하

는 굵은 중추케블이다.

송수신기 매국은 매체접합장치(MAU) 혹은 보다 일반적으로는 송수신기(송신기－수신기에 대한 준말)라고 불리우는 중간장치에 AUT케블로 련결된다.

송수신기는 회선에서 CSMA/CD의 전압과 충돌검사기능을 수행하며 작은 완충기를 포함할수 있다. 그것은 또한 답브를 통하여 굵은 동축케블과 국을 련결시키는 접속기로서 봉사한다(밑에서 참고).

AUI케블들 매국은 송수신케블이라고 부르는 접합장치대면부(AUI)로 해당한 송신기에 련결된다. AUI는 국과 송신기사이에서 물리층대면부기능을 수행하는 접속두를 가진 15개 도선케블이다.

AUI의 끝은 DB−15(15다리)접속기에서 끝난다. 하나는 MIC의 포구에, 다른것은 송수신기의 포구에 대한 접속기들이다. AUI들은 50m 최대의 길이로 제한되고 그것은 10Base5중추케블에 대한 국배치에서 어느 정도 유연성을 띤다.

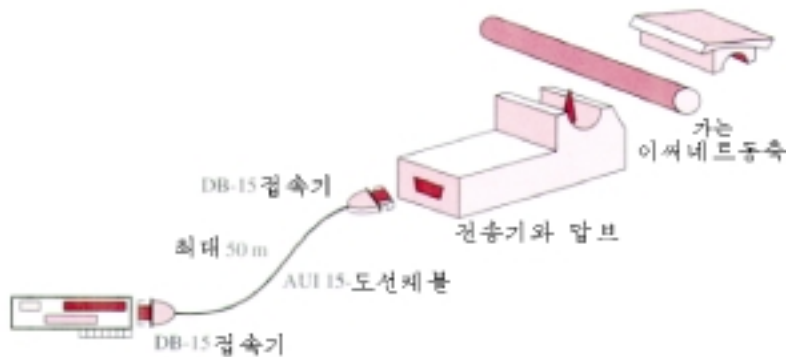



그림 12−10. 10BASE5에서 송수신기접속

송수신기답브 매 송수신기는 어떤 점에서 회선에 답브라고 부르는 접촉구조를 구성한다. 답브는 중심에 금속침이 있는 굵은 규격케블접속기이다(그림 12−10참고). 그 침은 송수신기 안쪽 도선에 붙어 있다. 케블이 그 접촉기안에서 눌리워 지면 침은 외피를 찌르고 들어 가 송수신기와 케블사이의 전기적접속을 만들어 준다. 즉 이러한 류형의 접속기를 그것이 케블을 뚫고 들어 가기때문에 흔히 침형답브라고 부른다.

10Base2 : 가는(케블)이써네트

IEEE 802계렬이 정의한 두번째 이써네트실현을 10Base2 혹은 가는이써네트라고 한다. 가는이써네트는 같은 자료속도를 가진 10Base5이써네트보다 비용이 적게 든다. 10Base5와 같이 10Base2는 모선위상구조 LAN이다. 가는이써네트의 우점은 값이 눅고 설치가 쉬운것이다(이 케블은 굵은이써네트보다 더 가볍고 더 유연하다.). 결함은 포괄범위가 작고(굵은 이써네트에서 500m인것에 비하여 185m이다.) 용량이 작은것이다(가는 케블일수록 국들을 얼마 더 수용하지 못한다.). UNIX기초의 소형콤퓨터 혹은 개인콤퓨터와 작업국들의 망에 대한 사용자수가 적은데 이런 경우에 이 결함은 크지 않으며 적은 비용

10Base2가 좋은 선택으로 되게 한다.

10Base2의 물리적배치를 그림 12-11에서 실례를 들어 보여 주었다. 리용된 접속기들과 케블들은 NIC, 가는 동축케블, BNC-T접속기들이다. 이 기술에서 송수신기회로는 NIC로 교체되고 송수신기답브는 국을 케블과 직접 잇는 접속기로 바꿀수 있는데 AUI케블에 대한 요구는 무시한다.

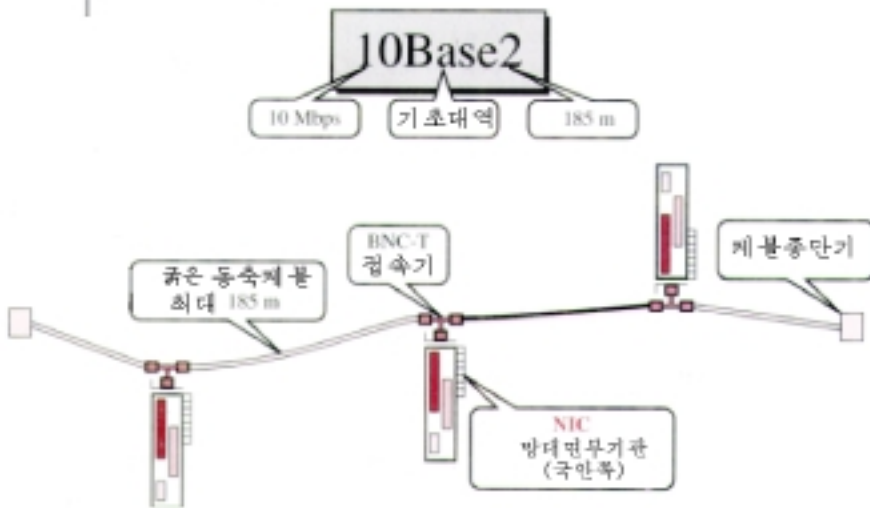



그림 12-11. 10Base2의 위상구조

NIC 가는이써네트체계에서 NIC들은 굵은 이써네트체계에 송수신기기능을 합한것과 같은 기능을 보장한다. 10Base2NIC는 국이 주소를 가지게 할뿐아니라 회선의 전압도 검사한다.

가는동축케블 10Base2규격을 실현하는데 요구되는 케블은 RG-58이다. 이 케블들은 설치가 쉽고 주변으로 이동하기 쉽다(케블을 늘이기 위하여 벽들과 천정들을 뚫어야 하는 현존 건물측면에서).

BNC-T BNC-T접속기는 세개의 포구를 가진 T형장치이다. NIC에 하나가 있고 케블의 입구와 출구쪽에 각각 하나씩 있다.

10Base-T : 꼬임쌍선이써네트

IEEE 802.3계렬에서 정의된 가장 일반적인 규격형은 10Base-T인데(꼬임쌍선이써네트라고도 부른다.) 별형위상구조 LAN은 동축케블대신에 비차폐꼬임쌍선(VTP)케블을 리용한다. 그것은 10Mbps의 자료속도를 지원하고 100m까지의 최대 길이를 가진다.

개별적인 송수신기대신에 10Base-T이써네트는 매국에 대하여 하나의 포구를 가진 지능집선기에서 망전체가 동작하게 한다. 국들은 전화접속두와 같은 접속구 량끝에서 끝나는 4쌍의 RJ-45케블로 집선기에 련결된다(그림 12-12를 참고).

집선기는 접속된 모든 국들에로 전송된 프레임을 내보낸다. NIC에서의 론리는 주어

진 프레임을 열고 읽을수 있는 국만이 그 프레임이 주소화된 국이라고 가정한다. 그림 12−12가 보여 주는것처럼 매국은 NIC을 가지고 있다. 길이가 100m이하인 네 쌍의 UTP는 10Base−T집선기의 적당한 포구와 그 국의 NIC를 련결한다.

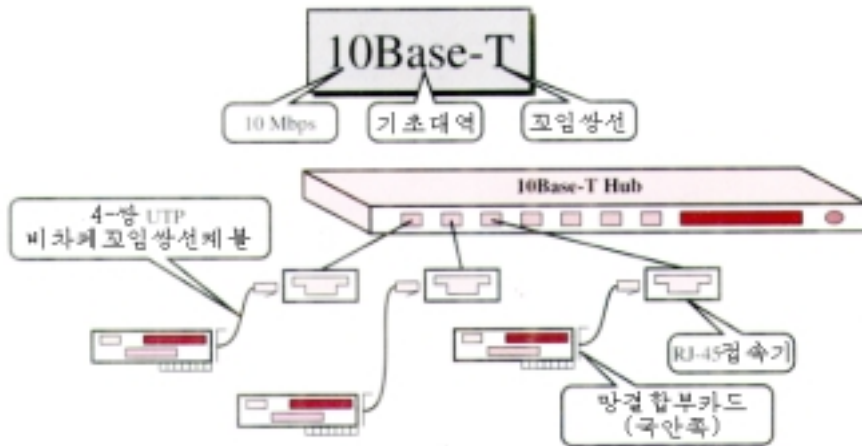



그림 12−12. 10Base−T위상구조

케블의 무게와 유연성 그리고 RJ−45접속두의 편리성은 10Base−T가 802.3LAN을 쉽게 설치 및 재설치할수 있게 한다. 국이 교체될 필요가 있을 때 새국은 간단히 가입될수 있다.

1Base5 : **별형**LAN

별형LAN은 속도가 낮기때문에 오늘 적게 사용되는 AT&T제품이다. 1Mbps는 우에서 론의한 세개의 규격보다 10분의 1밖에 안되는 것이다. 별형LAN의 경우 흥미 있는것

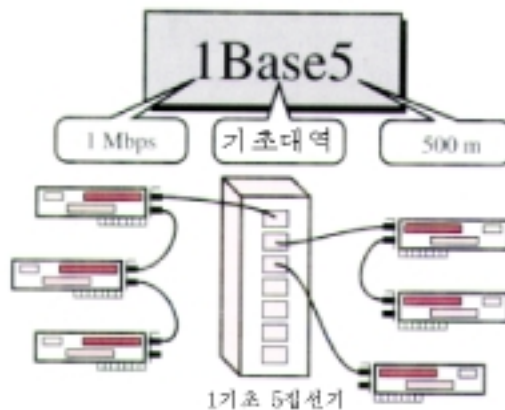



그림 12−13. 1Base5

은 그의 대역인데 그것은 하나로 이어 놓기라고 부르는 구조로 증가될수 있는것이다. 10Base-T와 같이 별형LAN은 하나로 이어 놓은 하부에 국을 접속시키기 위하여 꼬임쌍선케블을 리용한다. 10Base-T는 매국이 하부까지 자기 적용케블을 가질것을 요구하며 이와는 달리 별형LAN은 선두장치가 하부에 유일하게 련결되고 거기에 사슬형태로 국이 10개까지 련결될수 있다(그림 12-13참고).

1 2. 3. 다른 이써네트망

최근 10년동안 이써네트망이 발전하여 왔다. 여러가지 새형의 형식이 이써네트 LAN의 성능과 속도를 개선하여 설계되였다. 여기서 그 세가지 효과를 론의한다. 즉 교환이써네트, 고속이써네트, 기가비트이써네트.

교환이써네트

교환이써네트는 10Base-T이써네트의 성능을 개선시키기 위한 목적으로 개발되였다. 10Base-T이써네트는 매체공유망인데 그것은 전체 매체가 매 전송에 포함된다는것을 의미한다. 이것은 물리적으로 별형인 위상구조가 론리적으로는 모선이기때문이다. 한 국이 집선기까지 한개의 프레임을 송신할 때 그 프레임은 모든 포구에서 송신되며 매국은 그것을 수신할것이다. 이 상태에서는 임의의 시간에 한개 국만이 한개 프레임을 송신할 수 있다. 만일 두 국이 동시에 프레임을 송신하려 한다면 충돌이 있다.

그림 12-14는 이런 상태를 보여 준다. 국 A는 국 E에 프레임을 송신하고 있다. 그 프레임은 집선기가 수신하여 매국에 송신한다. 체계의 모든 케블들이 이 전송에 포함된다. 다시 생각한다면 하나의 송신이 10Mbps의 전체 용량을 리용한다는것이다. 만일 한 국이 그것을 리용하면 다른국은 할수 없다.

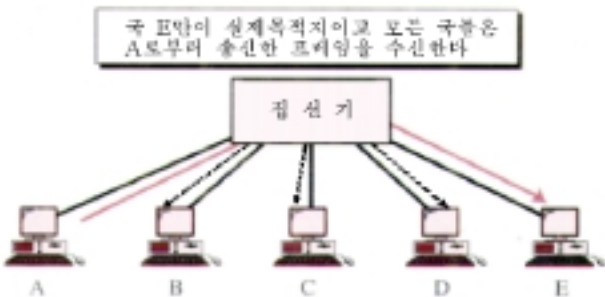



그림 12-14. 집선기를 리용하는 이써네트망

그러나 만일 집선기를 교환기와 교체하면 목적지주소를 인식할수 있고 목적지국에 접속된 포구에로 프레임을 경로조종할수 있다. 나머지 매체는 전송과정에 포함되지 않는다. 이것은 교환기가 같은 시간에 다른 국으로부터 다른 프레임을 수신할수 있으며 마지

막목적지까지 이 프레임을 경로조종할수 있다는것을 의미한다. 이렇게 하여 리론적으로 충돌이 없다.

집선기대신에 교환기를 리용하여 N개 장치를 가진 망의 용량을 리론적으로 N× 10Mbps로 증가시킬수 있는데 그것은 10Base−T가 전2중통신을 위하여 두 쌍의 UTP를 리용하였기때문이다.

그림 12−15는 교환이써네트를 보여 준다. 국 A가 국 E까지 프레임을 송신할 때 국 B도 충돌없이 국 D에 프레임을 송신할수 있다.

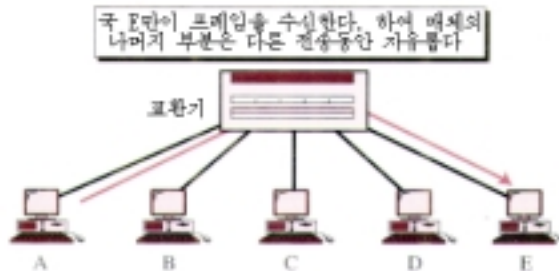



그림 12−15. 교환기를 리용하는 이써네트

고속이써네트

LAN에서 실현하는 콤퓨터지원설계(CAD), 화상처리, 실시간음성과 화상 등과 같은 새로운 응용들의 경우에 10Mbps보다 높은 자료속도를 가진 LAN이 요구된다. 고속이써네트는 100Mbps에서 동작한다.

그런 이써네트방법이 설계되였는데 그것은 충돌령역(두 국사이에서 자료전송의 최대거리)이 감소한다면 속도를 증가시키는것이 쉽다는것이다.

이써네트의 충돌령역은 250m까지로 제한된다. 이 제한은 CSMA/CD접근방법을 리용하여 10Mbps의 자료속도를 달성하기 위하여 필요하다. CSMA/CD를 동작시키기 위하여 국은 전체 프레임이 전송매체안에서 송신되기전에 충돌을 수감할수 있어야 한다. 만일 송신이 다 끝나고도 충돌이 검출되지 않으면 국은 모든것이 잘되였다고 보고 프레임의 복사본을 없애치우고 다음것을 송신하기 시작한다.

이써네트프레임의 최소 크기는 72byte 혹은 576bit이다. 10Mbps의 자료속도에서 596bit를 송신하는것은 57.6μs(576bits/10Mbps=57.6)이 걸린다. 마지막비트가 송신되기전에 첫 비트는 령역의 끝에 도착하여야 하며 충돌이 있다면 송신기에서 그것이 수감되여야 한다. 이것은 송신기가 576bit로 전송하는 시간동안 충돌이 검출될수 있다는것을 암시하는것이다. 다른 말로 충돌은 이 57.6μs동안에 검출되여야 한다. 이 시간은 꼬임쌍선케블과 같은 전형적인 전송매체의 전송속도에서 신호가 5,000m의 왕복려행을 하는데 충분한 시간이다. 프레임의 최소크기를 변화시키지 않고 자료속도를 증가시키기 위하여 왕복시간을 감소시킨다. 100Mbps의 속도에서 왕복시간은 5.76μs로 감소한다(576bit/100Mbps). 이것은 충돌령역이 10배 감소되여 2,500m로부터 250m로 되여야 한다

는것을 의미한다. LAN은 오늘 중심하부로부터 50~100m이하로 떨어 져 있는 탁상콤퓨터들을 접속시킬수 있기때문에 이것은 문제가 아니다. 이것은 100~200m사이에 충돌령역이 있다는것을 의미한다.

고속이써네트는 100Mbps자료속도를 가진 이써네트의 변종이다. 프레임형식에서는 변화가 없다. 접근방식에서도 변화가 없다. 다만 MAC층에서의 두가지 변화 즉 자료속도와 충돌령역에서의 변화이다. 자료속도가 10배로 증가되면 충돌령역은 10분의 1로 감소된다.

물리층에서 고속이써네트에 대하여 개발된 기술적특성은 10Base−T와 류사한 별형위상구조이다. 그러나 각이한 자원과 물리층을 맞추기 위하여 IEEE는 고속이써네트의 두가지 부류를 설계하였다. 즉 100Base−X와 100Base−T4. 첫번째것은 국과 집선기사이에 두개의 케블을 리용한다. 두번째것은 네개를 리용한다. 100Base−X 그자체는 두가지 형태로 나누인다. 즉 100Base−TX와 100Base−TX(그림 12−16을 참고).

100Base−TX

100base−TX설계는 국을 집선기까지 련결시키기 위하여 두개의 차페꼬임쌍선(STP)케블, 혹은 두개의 5부류 비차페꼬임쌍선(UTP)케블을 리용한다. 한 쌍은 국으로부터 집선기까지 프레임을 전송하는데 리용하고 다른 쌍은 집선기로부터 국까지 전송하는데 리용한다. 부호화는 100Mbps를 조종할수 있는 4B/5B이다. 신호화는 NRZ−I이고 국과 집선기(혹은 교환기)사이의 거리는100m를 넘지 말아야 한다(그림 12−17을 참고).

그림 12−16. 고속이써네트실현의 분류

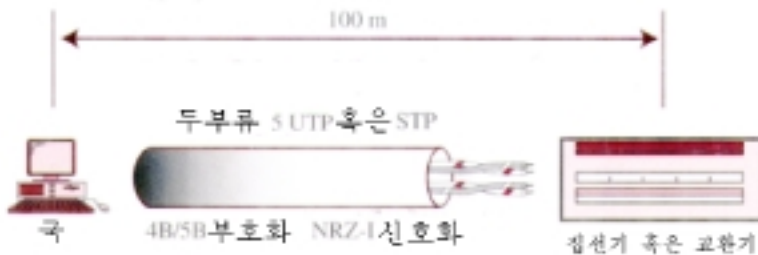



그림 12−17. 100Base−Tx의 실현

100Base−FX

100Base−FX설계는 두개의 빛섬유를 리용한다. 하나는 국에서 집선기까지 프레임을 나르며 다른것은 집선기에서 국까지 프레임을 나른다. 부호화는 4B/5B이며 신호화는 NRZ−I이다. 국과 집선기사이의 거리는 2,000m를 넘지 말아야 한다(그림 12−8을 참고).

100Base−T4

100Base−T4방안은 재배선을 피하기 위한 노력으로써 설계되였다. 그것은 대부분의 건물들안에 이미 있는 전화봉사인 3부류(음성급)UTP를 4쌍 요구한다. 네 쌍중 두개는 쌍방향이며 다른 두개는 한방향이다. 이것은 매 방향에서 세 쌍이 동시에 자료를 나르는데 리용된다는것을 의미한다. 100Mbps자료속도가 음성급 UTP로 취급될수 없기때문에 특성은 100Mbps흐름을 세개의 33.66Mbps흐름으로 분할한다. 전송의 보드속도를 줄이기 위하여 8B/6T(82진수/63진수)라는 방법이 리용되는데 여기서 매개 8bit의 블로크가 3전압준위(정, 부, 0)의 6보드로 변환된다. 그림 12−19는 이 방법과 부호화실례를 보여 준다.

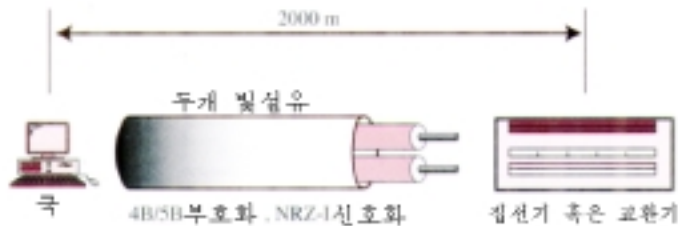



그림 12−18. 100Base FX

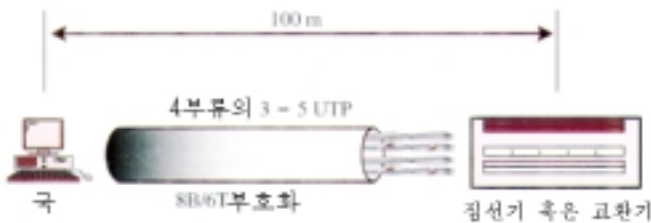
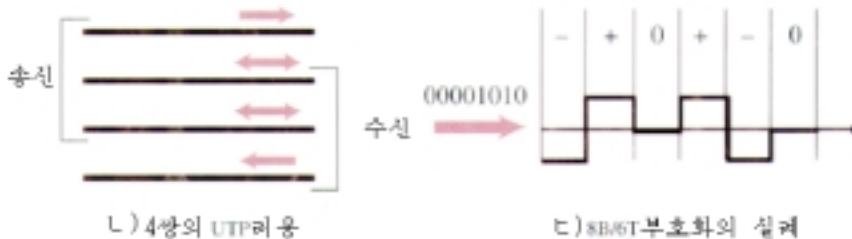



그림 12−19. 100Base−T4

기가비트이써네트

10Mbps로부터 100Mbps에로의 이동은 IEEE 802.3위원회가 기가비트이써네트를 설계하도록 고무하여 가능하였다. 여기서 자료속도는 1000Mbps 즉 1Gbps이다. 방법도 같고 MAC층과 접근방법도 같으며 단지 충돌령역이 줄어 든다. 그러나 물리층 즉 전송매체와 부호화체계는 달라 진다. 기가비트이써네트는 주로 빛섬유의 리용으로 설계된다. 물론 규약은 꼬임쌍선의 리용을 배제하지 않는다. 기가비트이써네트는 보통 고속이써네트망들을 접속시키고 중추로 봉사한다. 그 설계를 그림 12-20에서 보여 준다.

그림 12-20. 기가비트이써네트의 리용

1,000Base-LX, 1,000Base-SX, 1,000Base-CX, 1,000Base-T의 4개 기가비트이써네트가 실현되였다. 부호화는 8B/10B인데 이것은 8bit 2진수를 10bit2진수로 부호화한다. 표 12-1은 그 특징을 보여 준다.

표 12-1 기가비트이써네트실현들사이의 비교

특징	1000Base-SX	1000Base-LX	1000Base-CX	1000Base-T
매체	빛섬유 (다중방식)	빛섬유 (다중 또는 단일방식)	STP	UTP
신호	단파레이자	장파레이자	전기적	전기적
최대거리	550 m	550 m (다중방식) 5000 m (단일방식)	25 m	25 m

12. 4. 통표모선

국부망들은 공장자동화와 공정조종에서 직접적으로 응용되고 있는데 여기서는 마디점들이 제작공정을 조종하는 콤퓨터들이다. 이런 형태의 응용에서 최소 지연의 실시간처리가 필요하다. 조립흐름선을 따라 대상이 이동하는만큼의 속도로 처리가 진행되여야 한다. 이써네트(IEEE 802.3)는 충돌회수를 예측할수 없고 조종쎈터에서 흐름선의 콤퓨터까지 자료를 송신할 때의 지연이 고정된 값이 아니므로 이런 목적에서는 적당하지 못하

다. 통표고리(IEEE 802.5)도 역시 적당하지 못하다. 왜냐하면 조립선은 고리형이 아니라 모선형위상구조와 같기때문이다. 통표모선(IEEE 802.4)은 이써네트와 통표고리의 특징을 조합한다. 그것은 이써네트(모선형)의 물리적구성과 통표고리의 충돌 없는 특징(지연예측)을 조합한다. 통표모선은 통표를 리용하는 론리적고리로서 동작하는 물리적모선이다.

국들은 론리적으로는 고리형으로 조직된다. 통표는 국들사이를 지나간다. 만일 국이 자료를 보내려고 한다면 그것을 기다리다가 통표를 포착해야 한다. 그러나 이써네트와 같이 국들은 공동모선을 통하여 통신한다. 통표모선은 공장자동화와 공정조종에 국한되며 자료통신에서 상업적인 응용은 없다. 또한 그 동작의 세부는 복잡하다. 이런 리유로 더이상 고찰하지 않는다.

12. 5. 통표고리

앞에서 언급한바와 같이 이써네트에서 리용된 망접근구조(CSMA/CD)는 절대적이 아니며 충돌을 일으킬수 있다. 국들은 여러번 자료송신을 시도하고서야 련결고리로 전송할수 있다. 이 추가분은 통신량이 많은 경우 헤아릴수 없는 지연을 발생시킨다. 충돌이 발생하는것과 여러 국들이 동시에 회선을 차지하려고 하면서 생기는 지연을 예측할 방법은 없다.

통표고리는 국들이 자료송신순번을 가지도록 함으로써 이 불확신성을 해결한다. 매개 국은 자기의 순번기간에만 송신할수 있으며 매 순번에서 한개의 프레임만을 송신할수 있다. 이 회선을 조정하는 구조를 통표넘기기라고 한다. 통표는 고리를 따라 국에서 국으로 넘어 가는 형식상 프레임이다. 국은 그 통표를 소유할 때만 자료를 송신할수 있다.

통표고리는 매개 국이 순번마다 한개 프레임을 송신하게 한다.

접근방법 : 통표넘기기

통표넘기기는 그림 12-21에 보여 준것과 같다. 망이 비여 있을 때 그것은 세 바이트 통표를 순환시킨다.

이 통표는 자료를 송신하려는 국을 만날 때까지 NIC에서 NIC에로 차례차례 지나간다. 국은 통표가 망기판에 들어 오기를 기다린다. 그 통표가 자유로운것이라면 국은 자료프레임을 보낼수 있다. 그것은 통표를 유지하고 그 표시로서 자기의 NIC의 한 비트를 설정하며 그다음 자료프레임을 송신한다.

이 자료프레임은 고리를 돌아 가면서 매개 국을 재생시킨다. 매개 중간국은 목적지 주소를 검사하고 그 프레임이 다른 국에 주소화된것을 알며 그것을 린접에 중계한다. 지정된 수신국은 자기의 주소를 인식하고 그 통보를 복사하며 오유를 검사하고 주소가 인식되였다면 프레임이 복사되였음을 나타내도록 하기 위하여 프레임의 마지막바이트의 4개 비트를 변화시킨다. 그다음 전체 파케트는 고리를 따라 본래 송신한 국까지 돌아 온다.

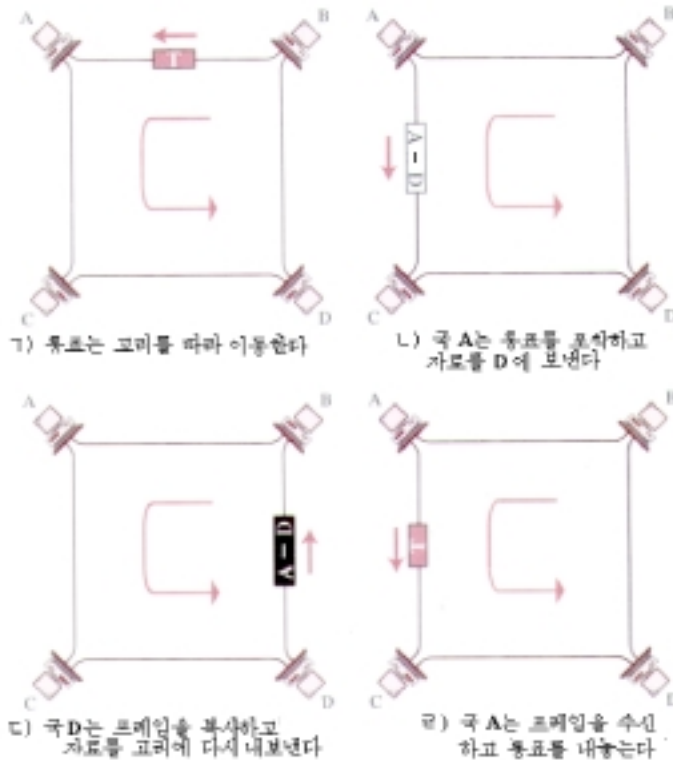



그림 12-21. 통표넘기기

송신기는 프레임을 수신하고 원천주소마당에서 자기를 인식한다. 그다음 주소인식비트를 검사한다. 그것이 설정되였다면 프레임이 수신되였음을 알게 된다. 그러면 송신기는 사용자자료프레임을 버리고 통표를 다시 고리에 내놓는다.

우선권과 예약

일반적으로 통표가 제출되면 자료를 송신할 다음의 국들이 고리를 관리할 권한을 가진다. 그러나 IEEE 802.5모형에서 또 다른 선택이 있다. 국의 위치에 관계없이 송신을 하려는 국은 긴급통표를 예약할수 있다. 매개 국은 우선권부호를 가지고 있다. 프레임이 지나갈 때 송신을 기다리는 국은 자기의 우선권부호를 통표 또는 프레임의 접근조종(AC)마당에 기입함으로써 다음의 통표를 예약한다. 보다 높은 우선권을 가진 국은 보다 낮은 우선권예약을 무시하고 그것을 자기의것으로 교체한다. 동일한 우선권을 가진 국들사이에서는 처리가 선-거래, 선-봉사이다. 이런 구조를 통하여 예약을 한 국은 그것이 고리에서 물리적으로 그다음이든 아니든 통표가 자유로울 때 인차 송신할 가능성을 가진다.

시간제한

통신량을 유지하기 위하여 통표고리는 고리를 리용하려는 모든 국에 시간제한을 준

다. 시작경계(통표된 프레임의 첫 마당)는 규정된 시간(보통 10ms)내에 매국에 도달해야 한다. 다른 말로 매국은 프레임을 규칙적인 시간간격내에 받을것을 기대한다(그것은 프레임을 받고 규정된 기간에 다음 프레임을 수신할것을 기대한다.).

감시국

통표고리망의 동작을 파괴시킬수 있는 몇가지 문제점들이 있다. 어떤 경우에 국은 통표를 재송신할것을 무시하거나 통표가 잡음으로 파괴될수 있는데 이때 고리에 통표가 없어 지고 어떤 국은 자료를 송신할수 없게 된다. 또 어떤 경우에는 송신국이 고리에서 리용된 자료를 제거하는것을 무시하거나 순번이 끝났는데도 통표를 내놓지 않을수 있다.

이런 경우를 취급하기 위하여 고리의 한개 국이 감시국으로 지정된다. 감시자는 통표가 지나갈 때마다 시계를 설정한다. 만일 통표가 제정된 시간에 나타나지 않는다면 손실된것으로 보고 새로운 통표를 만들어서 그것을 고리에 내보낸다.

감시기는 매개 프레임의 AC마당의 비트를 설정하여 자료프레임이 영구적으로 순환하는것을 막는다. 프레임이 지나갈 때 감시기는 상태마당을 검사한다. 상태비트가 설정되였다면 그것은 파케트가 이미 고리를 순환한것이며 없애버려야 한다는것을 알게 된다. 감시기는 그 프레임을 파괴하고 고리에 통표를 내놓는다. 감시기가 고장나면 두번째 국이 후보자로 지정되며 그 일을 넘겨 받는다.

주소화

통표고리는 6byte의 주소를 리용하는데 그것은 이써네트주소와 비슷하며 NIC카드에 새겨 진다.

전기적명세

신호화

통표고리는 차동만체스터부호화를 리용한다(5장을 참고).

자료속도

통표고리는 16Mbps의 자료속도를 지원한다(본래 규정은 4Mbps였다.).

프레임형식

통표고리규약은 세가지 형식의 프레임을 규정한다. 즉 자료/지령, 통표, 중단. 통표와 중단프레임은 자료/지령프레임을 일부 잘라버리는것과 같다(그림 12−22).

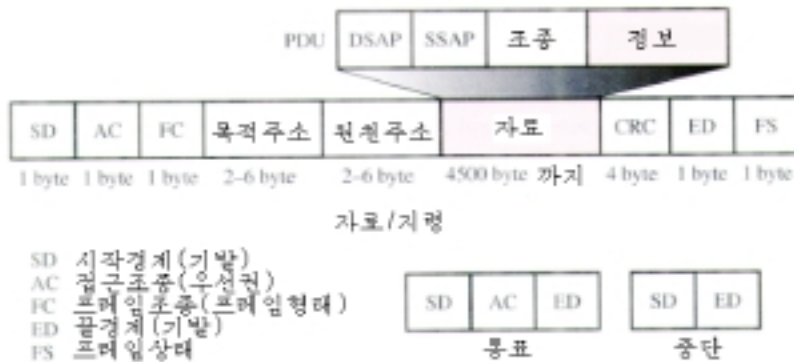



그림 12-22. 통표고리프레임

자료/지령프레임

통표고리에서 자료/지령프레임은 세개 프레임들중에서 유일하게 PDU를 나르는것이며 고리에서 리용하는것이 아니라 특정의 목적지로 주소화된것이다.

이 프레임은 사용자자료나 관리지령을 나를수 있다. 프레임의 9개 마당은 시작경계(SD), 접근조종(AC), 프레임조종(FC), 목적주소(DA), 원천주소(SA), 802.2 PDU프레임, CRC, 끝경계(ED), 프레임상태(FS)이다.

시작경계(SD) 자료/지령프레임의 첫 마당 SD는 한 바이트로서 수신국에 프레임의 도착을 알리고 그의 사건조종을 동기시키는데 리용된다. 그것은 HDLC의 기발마당과 등가이다. 그림 12-23은 SD의 형식을 보여 준다. J와 K위반은 물리층에서 창조되며 자료마당의 투명성을 담보하도록 매 시작경계에 포함된다. 이런 방법으로 자료마당안에 나타나는 SD비트패턴은 새로운 프레임의 시작으로 될수 없다. 이 위반이라는것은 비트기간의 부호화패턴을 변화시키는것이다. 앞에서 본바와 같이 차동만체스터부호화에서 매개 비트는 비트시작과 비트중간에서 두개의 이행을 가질수 있다. J위반에서 이 두개의 이행이 다 삭제된다. K위반에서는 중간이행이 삭제된다.

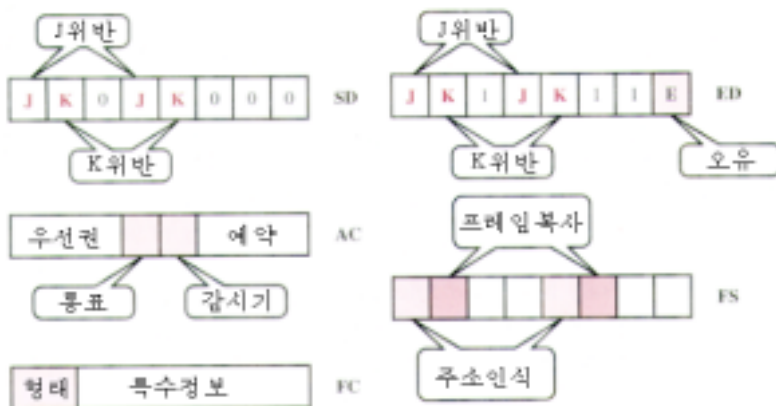



그림 12-23. 자료프레임마당

접근조종(AC) AC마당은 1byte길이이며 4개의 보조마당을 포함한다(그림 12−23). 첫 세개 비트는 우선권마당이다. 4번째 비트는 통표비트라고 하는데 프레임이 자료/지령프레임이라는것을 나타내도록 설정된다. 통표비트다음에 감시비트가 있다. 마지막 세개 비트는 고리에 대한 접근을 예약하려는 국이 설정하는 예약마당이다.

프레임조종(FC) FC마당은 1byte길이이며 두개 마당을 포함한다(그림 12−23). 첫번째는 PDU에 포함된 정보의 형식을 나타내는데 리용된다(조종정보인가 자료인가). 두번째는 7bit로서 통표고리에 리용되는 정보를 포함한다(실례로 AC마당의 정보를 리용하는 방법).

목적주소(DA) 2～6byte의 DA마당은 프레임의 다음 목적지의 물리주소를 포함한다. 만일 최종목적지가 다른 망이라면 DA는 그 경로에서 다음 LAN으로의 경로조종기주소이다. 그것의 최종목적지가 현재의 LAN이라면 DA는 목적지국의 물리주소이다.

원천주소(SA) SA마당은 역시 2～6byte이며 송신국의 물리주소를 포함한다. 파케트의 최종목적이 발신국과 같은 망에 있다면 SA는 발신국의 주소이다. 파케트가 또 다른 LAN으로부터 경로조종되였다면 SA는 가장 최근의 경로조종기의 물리주소이다.

자료 6번째의 자료마당에는 4,500byte가 배정되며 PDU를 포함한다. 통표고리프레임은 PDU길이나 방식마당을 포함하지 않는다.

CRC CRC마당은 4byte이며 CRC−32오유검출렬을 포함한다.

끝경계(ED) ED는 한 바이트의 두번째 기발마당이며 송신기의 자료와 조종정보의 끝을 나타낸다. SD와 같이 그것은 J 및 K위반을 도입하여 물리층에서 변화된다. 이 위반은 자료마당의 비트렬이 수신기에서 ED로 헛갈리지 않게 하는데 필요하다(그림 12−23).

프레임상태(FS) 프레임의 마지막바이트는 FS마당이다. 그것은 수신기가 프레임을 읽었다는것을 나타내며 또한 감시기가 프레임이 이미 고리를 돌았다는것을 나타내는것으로 설정될수 있다. 이 마당은 확인이 아니라 송신기에 수신국이 프레임을 복사하였으며 그것을 제거할수 있다는것을 알려 준다. 그림 12−23은 FS마당의 형식을 보여 준다. 보는바와 같이 그것은 두개의 한비트정보를 포함한다. 즉 주소인식과 프레임복사이다. 이 비트들은 마당의 시작에 놓이며 5, 6번째 비트에서 반복된다. 이 반복은 오유를 방지하기 위한것이며 프레임이 송신국을 떠난후에 삽입되는 정보를 마당에 포함하기 위하여 필요하다. 그러므로 그것은 CRC에 포함될수 없으며 그에 대해서는 오유검사를 진행하지 못한다.

통표프레임

통표는 실제상 형식적인 예약프레임이기때문에 그것은 세개의 마당만을 포함한다. 즉 SD, AC, ZD이다. SD는 프레임이 오고 있음을 나타낸다. AC는 그것이 통표라는것을 가리키며 우선권의 예약마당을 포함한다. ED는 프레임의 끝을 표시한다.

중간프레임

중간프레임은 아무런 정보도 나르지 않는다. 즉 시작과 끝경계만이 있다. 그것은 송신기가 자기의 전송을 끝내면서 또는 감시기가 회선으로부터 낡은 전송을 제거하면서 발

생시키는것이다.

실현

고리

통표고리에서 고리는(매개 국들을 련결시키는) 150Ω의 차페꼬임쌍선들로 이루어 진다(그림 12−24). 매개 구간은 한 국의 출구포구를 다음 국의 입구포구에 련결하여 한방향통신량흐름고리를 형성한다. 마지막국의 출구는 첫 국의 입구에 련결되여 고리를 완성한다. 프레임은 차례로 매국를 지나가며 거기서 검사되고 재생되여 다음 국으로 넘어간다.

통표고리의 매국은 프레임을 재생한다.

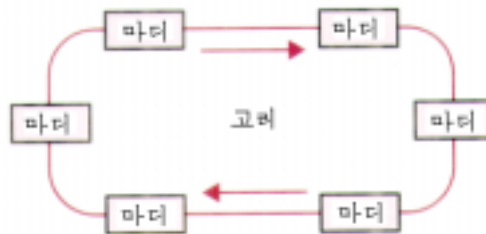



그림 12−24. 통표고리

교환

그림 12−24에서 보여 주는바와 같이 고리형으로 망을 구성한것은 잠재적인 문제를 일으킨다. 금지되거나 분리된 마디점은 전체 망의 통신량흐름을 정지시킨다. 이 문제를 해결하기 위하여 매개 국은 자동교환기에 접속된다. 이 교환기는 동작하지 않은 국을 우회시킬수 있다. 국이 금지되면 교환기가 그것을 거치지 않고 고리를 련결해 준다. 국이 다시 동작하면 NIC가 신호를 보내서 교환기를 제거하고 국을 고리에 련결시킨다(그림 12−25).

매개 국의 NIC는 9다리접속기에 조합된 한 쌍의 입구와 출구포구를 가지고 있다. 9선케블은 NIC를 교환기에 접속시킨다. 이 도선들중에서 4개는 자료에 리용되며 나머지 5개는 교환기조종에 리용된다(국을 포함시키거나 분기시키는것).

그림 12−25는 교환기의 두가지 상태를 보여 준다. 첫 부분은 접속이 국에서 완성되여 고리에 삽입된다. 두번째 부분은 다음 접속쌍이 국을 우회하여 완성된다.

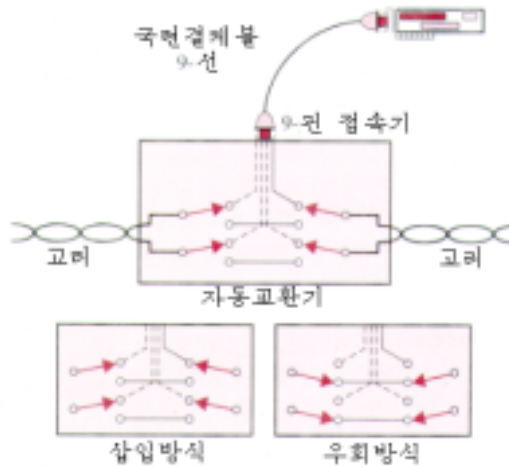



그림 12-25. 통표고리교환기

다중국접근장치(MAU)

실천적목적으로부터 개별적인 자동교환기들이 다중접근장치(MAU)라는 집선기에 조합된다(그림 12-26을 참고). 하나의 MAU가 8개까지의 국을 지원할수 있다. 밖에서 보면 이 체계는 중심에 MAU를 가진 별형처럼 보인다. 그러나 그림에서 보는바와 같이 그것은 사실상 고리형이다.

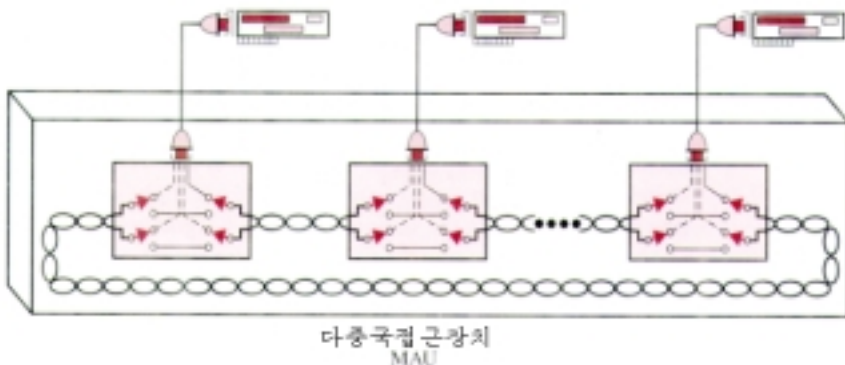



그림 12-26. 다중국접근장치

12. 6. FDDI

빛섬유분산형자료대면부(FDDI)는 ANSI와 ITU-T(ITU-TX.3)가 규격화한 국부망규약이다. 그것은 100Mbps의 자료속도를 지원하며 이써네트와 통표고리에 대한 고속대치물이다. FDDI가 설계될 때 100Mbps의 속도로서 빛섬유케블이 요구되였다. 그러나 오늘 그만한 속도가 동선케블로도 가능하다. FDDI의 동선변종을 CDDI라고 한다.

접근방법 : 통표넘기기

FDDI에서 접근은 시간적으로 제한된다. 국이 배당된 접근시간내에 할수 있는만큼 프레임을 송신할수 있으며 이런 조건으로 실시된 자료가 우선 송신된다.

이 접근구조를 실현하기 위하여 FDDI는 자료프레임을 동기와 비동기 두가지로 구별한다. 여기서 동기는 실시간을 의미하며 비동기는 실시간이 아닌 정보를 의미한다. 이런 프레임들을 보통 S프레임, A프레임이라고 한다.

통표를 포착한 매개 국은 우선 S프레임을 송신해야 한다. 사실 그것은 할당된 시간이 다 끝나든 끝나지 않든 S프레임을 송신해야 한다. 나머지 시간에 A프레임을 송신할수 있다. 이런 구조가 어떻게 공평하고 직시적인 련결고리접근을 담보하는가를 리해하기 위하여 FDDI시간등록기와 시계를 리해하는것이 필요하다.

시간등록기

FDDI는 통표의 순환을 조종하고 련결접근기회를 마디점들에 동일하게 분배하기 위하여 세개의 사건등록기를 정의한다. 고리가 초기화될 때 값들이 설정되며 동작과정에 변하지 않는다. 그 등록기들을 동기할당(SA), 목표통표회전시간(TTRT), 절대최대시간(AMT)이라고 부른다.

동기할당(SA) SA등록기는 매개 국이 동기자료를 송신하는데 사용된 시간길이를 나타낸다. 이 값은 매국마다 다르며 고리초기화기간에 교섭된다.

목표통표회전시간(TTRT) TTRT등록기는 통표가 고리를 한번 순환하는데 필요한 평균시간을 지적한다(통표가 어떤 국에 도착한 때로부터 다시 그 국에 도착할 때까지의 시간). 이것은 평균값이므로 실지 회전시간은 보다 클수도 있고 작을수도 있다.

절대최대시간(AMT) AMT등록기는 TTRT의 두배만한 값을 유지한다. 통표는 고리를 한번 회전하는데 이보다 더 걸릴수 없다. 만일 그렇게 된다면 어떤 국들은 망을 독점하게 되며 고리는 재설치되여야 할것이다.

시계

매개 국은 현재의 시간조종과정을 등록기의 값들과 비교하도록 시계들을 가지고 있다. 시계는 설정, 재설정될수 있으며 그 값들은 체계박자가 설정한 속도로 증가, 감소된다. 두개의 시계는 FDDI가 리용할 때 통표회전시계(TRT), 통표유지시계(THT)라고 한다.

통표회전시계(TRT) TRT는 계속돌아가며 통표가 한번 순환하는데 걸린 실지시간을 측정한다. 다른데서는 감소시계를 리용하는것도 있지만 여기서는 간단히 증가 TRT를 리용한다.

통표유지시계(THT) THT는 통표가 수신된 순간부터 돌아 가기 시작한다. 그 기능은 동기프레임이 송신된후 비동기프레임을 송신하는데 시간이 얼마나 남아 있는가를 보여준다. 역시 감소시계를 리용하는 경우도 있지만 여기서는 간단히 증가THT를 리용한다. 또한 THT값이 부로 될수 있다는것을 허용한다(리해를 돕기 위하여). 실지 시계는 령에서 멎는다.

국에서의 절차

통표가 도착하면 매개 국은 다음의 절차를 따른다.

1.THT는 TTET와 TRT의 차로 설정된다(THT=TTRT−TRT).

2.TRT는 령으로 설정된다(TRT=0).

3.국은 동기자료를 보낸다.

4.국은 THT값이 정수이면 비동기자료를 송신한다.

실례

그림 12−27과 표 12.2는 FDDI가 어떻게 동작하는가를 보여 준다. 간단히 하기 위하여 4개의 국만 주었는데 다음과 같이 가정한다. TTRT는 30이다. 그 시간단위는 통표가 한 국에서 다른 국으로 가는데 걸리는 시간이다. 매개 국은 한번에 두개의 동기자료를 보낼수 있다. 매개 국은 많은 비동기자료를 가지고 있다(완충기에서 대기한다).

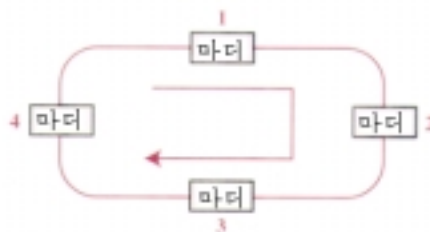



그림 12−27. FDDI동작

처음 0회전에서 통표는 국에서 국으로 이동한다. 매개 국은 TRT를 0으로 설정한다. 이 단계에서 자료전송은 일어 나지 않는다.

다음 1회전에서 국 1은 시간 4에서 통표를 받는다.TRT는 4로 된다(처음 TRT는 0이였고 통표가 돌아 오는데 4만큼 시간이 걸린다.). THT는 26으로 된다(THT=TTR−TTRT=30−4). TRT는 다시 0으로 설정된다. 이때 국 1은 2개의 비동기자료를 송신한다. THT는 24(26−2)로 감소되며 국 1은 24개의 비동기자료를 보낼수 있다.

국 2도 같은 절차를 따른다. 통표도착시간은 31이다. 왜냐하면 국 1에 시간 4일 때 도착하였고 시간 26을 소비하였기때문이다(2는 동기자료, 24는 비동기자료). 그리고 통표가 하나 건너 오는데 시간 1이 걸린다(4+26+1=31).

비동기배당시간은 매국들에 동일하게 분배되였다는것을 주목하시오. 1회전에서 국 1은 비동기자료를 24개 보낼수 있었으며 다른 국들은 그렇지 못하였다. 그러나 회전 2, 3, 4에서 국 1은 이런 특권을 받지 못하며 다른 국들이 송신기회를 가진다(한 회전에서 한 국씩). 회전 2에서 국 2는 16개, 회전 3에서 국 3은 16개, 회전 4에서 국 4는 16개 보낸다.

표 12-2 FDDI의 동작상태

회전	국 1	국 2	국 3	국 4
0	도착시간 : 0 TRT = 0	도착시간 : 1 TRT = 0	도착시간 : 2 TRT = 0	도착시간 : 3 TRT = 0
1	도착시간 : 4 TRT = 4 THT 30 − 4 = 26 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 24 비동기자료: **24**	도착시간 : 31 TRT = 30 THT = 30 − 30 = 0 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = −2 비동기자료 : 0	도착시간 : 34 TRT = 32 THT = 30 − 32 = −2 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = −4 비동기자료 : 0	도착시간 : 37 TRT = 34 THT = 30 − 34 = −4 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = −6 비동기자료 : 0
2	도착시간 : 40 TRT = 36 THT = 30 − 36 = −6 **TRT = 0** Syn Data: 2 THT = −8 비동기자료 : 0	도착시간 : 43 TRT = 12 THT = 30 − 12 = 18 **TRT = 0** Syn Data: 2 THT = 16 비동기자료 : **16**	도착시간 : 62 TRT = 28 THT = 30 − 28 = 2 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 0 비동기자료 : 0	도착시간 : 65 TRT = 28 THT = 30 − 28 = 2 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 0 비동기자료 : 0
3	도착시간 : 68 TRT = 28 THT = 30 − 28 = 2 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 0 비동기자료 : 0	도착시간 : 71 TRT = 28 THT = 30 − 28 = 2 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 0 비동기자료 : 0	도착시간 : 74 TRT = 12 THT = 30 − 12 = 18 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 16 비동기자료: **16**	도착시간 : 93 TRT = 28 THT = 30 − 28 = 2 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 0 비동기자료 : 0
4	도착시간 : 96 TRT = 28 THT = 30 − 28 = 2 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 0 비동기자료 : 0	도착시간 : 99 TRT = 28 THT = 30 − 28 = 2 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 0 비동기자료 : 0	도착시간 : 102 TRT = 28 THT = 30 − 28 = 2 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 0 비동기자료 : 0	도착시간 : 105 TRT = 12 THT = 30 − 12 = 18 **TRT = 0** 동기자료: 2 THT = 16 비동기자료 : **16**

주소화

FDDI는 6개 바이트주소를 리용하는데 그것은 이써네트주소와 류사하게 NIC카드에 새겨 져 있다.

전기적명세

신호(물리층)

FDDI는 4bit/5bit(4B/5B)라는 특별한 보호화구조를 리용한다. 이 체계에서 자료의 4bit 단위가 5bit부호로 바뀌며 NRZ−I로 부호화된다(그림 5.6을 참고). NRZ−I는 1에 대하여 반전시킨다(그림 12−28 참고).

그림 12-28. 부호화

이런 추가적인 부호화를 리용한 원인은 NRZ-I가 평균상태에서는 동기를 보장하지만 0이 오래 계속되는 자료인 경우에는 송신기와 수신기가 동기를 잃을수도 있기때문이다.

4B/5B구조화는 4개의 비트를 취하여 두개이상 련속적인 0이 없도록 5개 비트로 변한다. 4bit의 16개 가능한 조합에 대하여 5bit패턴이 배당된다. 이 5개 비트는 자료단위들이 련결될 때에도 0이 세개이상 련속되지 않도록 선택되였다.

15bit패턴에는 시작에서 0이하를 넘지 않으며 끝에서 0이 두개를 넘지 않는다(표 12-3참고).

표 12-3 4B/5B부호화

자 료 렬	부호화된 렬	자 료 렬	부호화된 렬
0000	11110	1000	10010
0001	01001	1001	10011
0010	10100	1010	10110
0011	10101	1011	10111
0100	01010	1100	11010
0101	01011	1101	11011
0110	01110	1110	11100
0111	01111	1111	11101

표 12-4 4B/5B 조종기호

조종기호	부호화된 렬
Q (탈퇴)	00000
I (휴식)	11111
H (정지)	00100
J (시작경계에서 리용)	11000
K (시작경계에서 리용)	10001
T (끝경계에서 리용)	01101
S (설정)	11001
R (재설정)	00111

4bit를 표시하는데 리용되지 않은 5bit부호는 조종에 리용된다(표 12-4). SD명령은 J. K부호를 포함하며 ED마당은 기호 TT를 포함한다. 이런 조종부호들이 동기 또는 투명성을 손상시키지 않도록 담보하기 위하여 설계자들은 자료마당에 결코 나타날수 없는 비트패턴을 규정하였다. 그외에 그것들의 순서는 비트패턴의 가능한 련속개수를 제한할수 있도록 조종된다. K는 항상 J를 따르며 H다음에는 R가 놓일수 있다.

자료속도

FDDI는 100Mbps까지의 자료속도를 지원한다.

프레임형식

FDDI규격은 전송기능을 물리적매체의존성(PMD), 물리적(PHY), 매체접근조종(MAC), 론리련결조종(LLC)등 4개 규약으로 분할한다. 이 규약들은 OSI모형의 물리 및 자료련결층에 대응한다(그림 12-29). 또 규격은 다섯번째 규약(국관리에 리용)을 규정하는데 그 상세한 내용은 이 책에서 피하기로 한다.

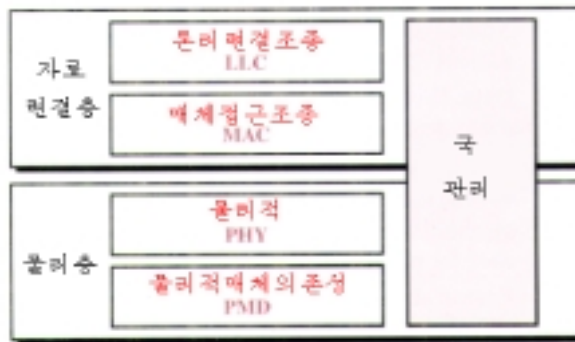



그림 12-29. FDDI층들

론리련결조종

LLC층은 IEEE 802.2규약에서 정의된것과 비슷하다.

매체접근조종

FDDI MAC층은 통표고리의것과 거의 일치한다. 그러나 기능들이 비슷하기는 해도 FDDI MAC프레임은 매개 마당들을 따로 고찰할 필요가 있다(그림 12-30).

매개 프레임은 수신기와 박자를 동기시키기 위하여 총 64bit 경우에 16개의 예비기호(1111)로 시작된다.

FDDI프레임에는 8개의 마당이 있다.

- **시작경계(SD)** 마당의 첫 바이트로서 프레임의 시작기발이다. 통표고리에서처럼 이 비트들은 물리층에서 조종부호(위반) J, K로 교체된다(표 12-4에서

보여 준 5bit의 J와 K).

- **프레임조종(FC)** 프레임의 두번째 바이트로서 프레임형식을 지정한다.
- **주소 l** 그다음의 두개 마당은 목적지주소와 원천주소이다. 매개 주소는 2～6byte로 구성된다.
- **자료** 매개 자료프레임은 4,500byte까지의 자료를 나를수 있다.
- **CRC** FDDI는 규격 IEEE 4bit 순환여유검사를 리용한다.
- **끝경계(ED)** 이 마당은 자료프레임에서 반바이트, 통표에서는 한바이트로 되여 있다. 그것은 물리층에서 자료/지령프레임에 대해서는 한개 T위반기호로, 통표프레임에 대해서는 두개의 T위반기호로 변화된다(표 12-4의 T기호코드를 참고).
- **프레임상태(FS)** FDDI FS마당은 통표고리와 비슷하다. 그것은 자료조종프레임에만 있으며 1.5byte로 되여 있다.

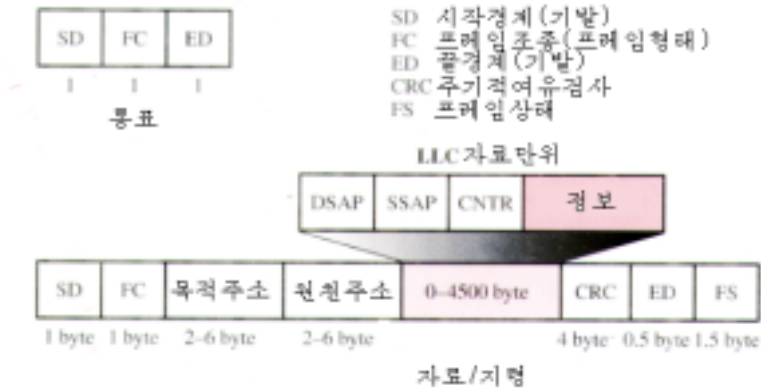



그림 12-30. FDDI프레임형식

실현 : 물리매체의존(PMD)층

물리매체의존층(PMD)은 요구되는 접속과 전자요소들을 정의한다.
이 층에 대한 특성는 전송매체가 빛섬유인가, 동선케블인가에 의존한다.

2중고리

FDDI는 2중고리로 실현된다(그림 12-31). 대분분의 경우 자료전송은 1차고리로 국한된다. 2차고리는 1차고리가 고장인 경우에 리용된다.

2차고리는 FDDI가 자체로 고장처리할수 있게 한다. 1차고리에 문제가 생기면 2차고리는 활성화되여 자료회선을 구성하고 봉사를 유지한다(그림 12-32).

마디점들은 국들의 요구조건에 따라 수 또는 암접속기로 될수 있는 매체대면부접속기(MIC)를 리용하여 한개 또는 두고리에 다 접속시킬수 있다.

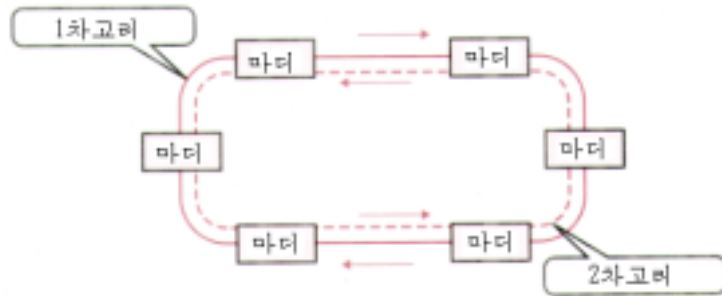



그림 12−31. FDDI고리

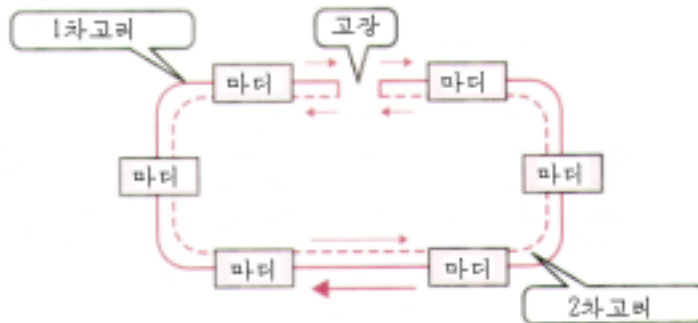



그림 12−32. 고장후 FDDI

마디점

FDDI는 2중부속국(DAS), 단일부속국(SAS), 2중부속집신기(DAC) 등 세가지 형태의 마디점을 정의한다(그림 12−33).

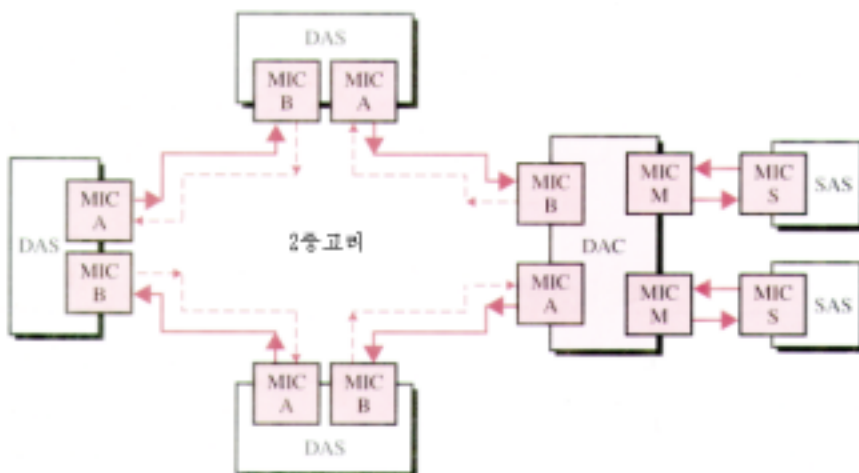



그림 12−33. 마디점접속

2중부속국(DAS) DAS는 두개의 MIC(MICA와 MICB)를 가지며 두 고리에 다 접속된다. 이를 위하여 두개 입구와 두개 출구를 가진 값비싼 NIC를 요구한다. 두 고리를 접속하면 신뢰성과 처리능력이 개선될수 있다. 그러나 이러한 개선은 나머지 국들에 해당되는것이다. 결함극복은 국이 접속을 1차고리로부터 2차고리로 돌려서 신호를 한 입구에서 또 다른 출구로 교환하면 된다. 그러나 DAS국들이 이 교환을 실현하기 위해서는 능동(투입)으로 되여야 한다.

단일부속국(SAS) 대부분 작업말단들,봉사기들, 소형콤퓨터들은 단일부속국방식으로 고리에 련결된다. SAS는 한개의 MIC(MICS)만을 가지며 따라서 한 고리에만 접속할수 있다. 담보성은 FDDI고리에서처럼 직접적으로가 아니라 2중부속집신기(DAC)이라는 중간마디점에 SAS를 련결하여 보장한다. 이 구성형식은 매개 작업말단이 한개 입구와 한개 출구만을 가진 단순 NIC를 통하여 동작할수 있다.

2중부속집신기는 2중고리에 대한 접속을 보장한다. 고장난 국은 동작을 중지시키고 동작중의 고리를 우회하게 할수 있다.

2중부속집신기(DAC) 우에서 언급한바와 같이 DAC는 SAS를 2중고리에 접속시킨다. 그것은 조종기능은 물론 둘러싸기(고장우회를 위하여 통신량을 한 고리에서 다른 고리로 돌리는것)도 보장한다. 그것은 MICM을 리용하여 SAS에 접속한다.

12. 7. 비교

표 12-5에서는 우에서 론의된 세가지 LAN들의 특징을 비교하였다.

이써네트는 저준위부하에 대하여서는 좋지만 부하가 충돌 및 재전송으로 하여 늘어나면 무너진다. 통표고리와 FDDI는 다같이 낮은 급과 높은 급 부하에서 잘 동작한다.

표 12-5 LAN비교

망	접근방법	신 호	자료속도	오유조종
이써네트	CSMA/CD	만체스터	1, 10 Mbps	없음
고속이써네트	CSMA/CD	여러가지	100 Mbps	없음
기가비트이써네트	CSMA/CD	여러가지	1 Gbps	없음
통표고리	통표넘기기	차동만체스터	4, 16 Mbps	있음
FDDI	통표넘기기	4B/5B, NRZ-I	100 Mbps	있음

12. 8. 실마리어

가는이써네트
감시기국
고속이써네트
교환이써네트
국부망(LAN)
규약자료단위(PDU)
기가비트이써네트
광대역

다중국접근장치(MAU)
다중접근(MA)
단일부속국(SAS)
굵은이써네트
론리련결조종(LLC)
망결합기판(NIC)
목적주소(DA)
매체대면부접속기(MIC)
매체접합장치(MAU)
매체접근조종(MAC)
반송파수감다중접근(CSMA)
별형LAN
빛섬유분산형자료대면부(FDDI)
서문
송수신기
송수신기케블
시작프레임경계(SFD)
접근조종마당(AC)
접속
접합장치대면부(AUI)
중단
충돌
충돌검출반송파수감다중접근
침형답브
통표
통표고리
통표모선
통표통과
프로젝트 802
호상망결합
꼬임쌍선이써네트
이써네트
원천주소(SA)
1 Base5
10 Base2
10 Base5
10 BaseT
100 Base−FX
100 Base−T
100 Base−T4
100 Base−TS
2중부속국(DAS)
2중부속집신기(DAC)
Base
CSMA/CD)
IEEE 802.1
IEEE 802.2
IEEE 802.3
IEEE 802.4
IEEE 802.5
IEEE 프로젝트 802

12. 9. 요 약

- IEEE 프로젝트 802의 목적은 여러 회사들에서 제작한 LAN장치들이 호환성을 가지도록 규격을 설정하는것이다.
- 프로젝트 802는 자료련결층을 보조층들로 나눈다.
  ㄱ) 론리련결조종(LLC)
  ㄴ) 매체접근조종(MAC)
- LLC는 웃보조층이며 모든 LAN에 대하여 같다. 그 기능은 흐름조종과 오유검출이다. 보다 웃층들로부터의 론리적주소, 조종정보, 자료는 규약자료단위(PDU)라는 파케트에 포함된다.
- MAC보조층을 특정의 LAN안에서 자료련결과제를 조절한다.

- MAC보조층은 제작자특정이며 LAN형태에 의존된다.
- 프로젝트 802가 규정한 세가지 LAN은 다음과 같다.
  ㄱ) 이써네트(802.3)
  ㄴ) 통표모선(802.4)
  ㄷ) 통표고리(802.5)
- DSMA/CD는 다음과 같이 동작한다. 어떤 국은 회선상태를 알아 보고 회선이 비였는가를 결정할수 있다. 비였다면 송신을 시작할수 있다.
- 만일 충돌이 일어 나면 송신이 중단되며 다시 과정이 반복된다.
- 교환이써네트, 고속이써네트, 기가비트이써네트는 성능과 자료속도가 개선된 이써네트이다.
- 교환이써네트에서 목적에로 전송방향을 잡아 주는 교환기는 집선기를 대신한다.
- 고속이써네트에서 자료속도는 100Mbps까지 증가되지만 충돌령역은 250m로 감소된다.
- 고속이써네트에도 4가지가 있는데 매체형식, 케블개수, 충돌령역부호화방법이 다르다.
- 기가비트이써네트로 1Gbps의 자료속도로서 고속이써네트망들을 접속시키는 중추로 봉사한다.
- 기가비트이써네트에로 4가지 형식이 있으며 신호원천, 매체형식, 충돌령역에서 다르다.
- 통표모선(IEEE 802.4)은 공장자동화 및 공정조종에 리용되는데 이써네트와 통표고리의 특징을 조합한다.
- 통표고리(IEEE 802.5)는 전송초기화방법으로서 통표통과를 리용한다.
- 통표고리에서 교환기들은 다중국접근장치(MAU)안에 포함될수 있다.
- 통표고리에서 통표라고 프레임을 포착하면 그 국은 한개 자료프레임을 송신할 권리(통표고리에서)를 가진다.
- 통표고리에서 프레임은 한마디에서 다른 마디로 넘어 가며 매 마디에서 재생되여 목적지까지 도달한다.
- FDDI는 100Mbps의 자료속도를 가진 빛섬유매체를 리용하는 LAN규약이다.
- FDDI는 자료전송을 위한 1차고리와 고장퇴치를 위한 2차고리로 이루어 진다.
- 매체대면부접속기(MIC)는 2중 FDDI고리를 마디점에 접속시키는 장치이다.
- 2중부속국(DAS)은 2개의 MIC를 가진 마디이다.
- 단일부속국(SAS)은 한개의 MIC를 가진 마디이다. SAS는 2중부속집신기(DAC)를 통하여 FDDI고리에 련결되여야 한다.
- FDDI는 물리층 및 자료련결층규약을 규정한다.
- FDDI 자료련결층은 LLC 및 MAC 보조층들로 이루어 진다. 전자는 IEEE프로젝트 802에서 규정된것과 비슷하다. 후자는 통표고리규약(802.5)과 비슷하다.
- 물리층에서 FDDI는 4B/5B부호와 즉 4bit, 5bit로 변환하는 과정을 리용한다.
- 4B/5B 부호화는 FDDI규약매체를 따라 0이 련속으로 세개이상 전송될수 없

다는것을 담보한다. 이것은 NRZ−I부호화에서 0이 오래 지속되는 렬에 대한 비트동기화문제를 해결한다.

- FDDI규약에서 통표소유는 세개의 시간값과 두개의 시계장치에 의하여 조종된다.

12. 10. 련 습

복습문제

1. IEEE프로젝트 802에서 자료련결층을 정의하고 설명하시오. 이 층이 왜 보조층들로 나누어 지는가?
2. CSMA/CD와 그 리용을 설명하시오. 802계획의 어느 부분이 CSMA/CD를 리용하는가?
3. MAC프레임의 원천과 목적지주소를 가진 PDU의 SSAP와 DSAP를 비교하고 대조하시오.
4. PDU에는 왜 물리주소, 기발, CRC마당이 없는가?
5. 802계획은 OSI모형의 물리층에 관하여 무엇을 해야 하는가?
6. IEEE프로젝트 802.3프레임과 HDLCI−프레임을 비교하시오.
7. IEEE프로젝트 802.5 자료/문서프레임과 HDLCI−프레임과 비교하시오.
8. Base와 광대역의 차이는 무엇인가?
9. 10Base5, 10Base2, 10Base−T 규격들에서 송수신기의 위치를 고찰하시오.
10. 충돌이란 무엇인가?
11. 기본통표고리에 비하여 FDDI의 우점은 무엇인가?
12 802.3 프레임에는 왜 AC마당이 없는가?
13. SAS가 1차와 2차고리에 다 접근할수 있는 구조를 설명하시오.
14. 4B/5B 부호화가 어떻게 자료마당에 4개의 련속령 또는 그이상이 없을것이라는것을 담보하는가?
15. LAN들에서 리용되는 전송매체형식은 어떤것들인가?
16 통표고리 LAN은 어떻게 동작하는가?
17. CSMA/CDLAN과 통표고리 LAN에 다 과중한 통신량이 있다고 가정하자. 어느쪽이 프레임송신을 위하여 더 오래 기다릴것같은가? 왜 그런가?
18. 일반적인 이써네트에 비하여 교환이써네트에서는 왜 거의 충돌이 없는가?
19. 이써네트망에서 충돌령역이 어떻게 자료속도와 관계되는가?
20. 교환기나 집선기와 국사이의 최대거리가 왜 100Base −TX보다 100Base−FX에서 더 큰가?
21. 일반이써네트, 고속이써네트, 기가비트이써네트에 대한 자료전송속도를 비교하시오.

선택문제

22. CSMA/CD에서 충돌회수는 MA에서보다 ________
    ㄱ) 크다
    ㄴ) 작다
    ㄷ) 같다
    ㄹ) 두배이다.

23. 이써네트에서 MAC프레임의 원천주소마당은 _________이다.
    ㄱ) 출발송신기물리주소
    ㄴ) 이전 국의 물리주소
    ㄷ) 다음 목적지의 물리주소
    ㄹ) 출발송신기의 봉사포구주소

24. 802.3 프레임의 서문마당에 대한 802.5프레임의 대응마당은 ____이다.
    ㄱ) SD
    ㄴ) AC
    ㄷ) FC
    ㄹ) FS

25 __________은 물리적인 별형위상구조를 리용한다.
    ㄱ) 10Base5
    ㄴ) 10Base2
    ㄷ) 10Base−T
    ㄹ) 이 중에 없음

26. 10Base2는 _____케블을 리용하고 10Base5는 ___케블을 리용한다.
    ㄱ) 굵은 동축, 가는 동축
    ㄴ) 꼬임쌍선, 굵은 동축
    ㄷ) 가는 동축, 굵은 동축
    ㄹ) 빛섬유, 가는 동축

27. 10Base 2와 10Base 5는 각이한 _________를 가진다.
    ㄱ) 신호대역형태
    ㄴ) 802.3프레임마당
    ㄷ) 최대토막길이
    ㄹ) 최대자료속도

28. _____은 중심집선기와 직렬련결로 특징 짓는 별형위상구조를 규정한다.
    ㄱ) 10Base5
    ㄴ) 10Base2
    ㄷ) 10Base−T
    ㄹ) 10Base5

29. _______을 LLC보조층의 생성물이다.

ㄱ) 802.3프레임
ㄴ) 802.5프레임
ㄷ) PDU
ㄹ) 서문

30. _______규격에서 감시국은 오직 한개의 통표만이 순환하게 한다.
ㄱ) 802.3
ㄴ) 802.5
ㄷ) FDDI
ㄹ) 이중의 모두

31. _______은 통표고리에서 교환기를 포함한다.
ㄱ) NIC
ㄴ) MAU
ㄷ) 9다리접속기
ㄹ) 송수신기

32 통표고리국에서 무엇이 일어 날수 있는가?
ㄱ) 목적주소의 검사
ㄴ) 프레임의 재생
ㄷ) 프레임을 다음 국으로 보내기
ㄹ) 이 모든것

33. 통표고리에서 자료프레임이 순환될 때 통표는 어디에 있는가?
ㄱ) 수신국에
ㄴ) 송신국에
ㄷ) 고리에서 순환한다.
ㄹ) 이중에 아무것도 없다.

34. 통표고리에서 프레임이 목적지국에 도달할 때 다음과 같은 경우들중 어느것이 일어 나는가?
ㄱ) 통보는 복사된다.
ㄴ) 파케트의 4개 비트가 변환된다.
ㄷ) 통보는 고리에서 없어 지고 통표로 바뀌운다.
ㄹ) ㄱ) 와 ㄴ)

35. 다음과 같은 경우들중 어느것이 송수신기 기능인가?
ㄱ) 자료의 송신 및 수신
ㄴ) 회선전압의 검사
ㄷ) 머리부의 첨가와 제거
ㄹ) 충돌검출

36. 다음 프레임중에서 어느것이 802.5규격에서 규정되는가?
ㄱ) 통표
ㄴ) 중단
ㄷ) 자료/지령

ㄹ) 우의 모든것

37. 어느 802계획규격이 충돌 없는 규약을 보장하는가?
ㄱ) 802.3
ㄴ) 802.3
ㄷ) 802.5
ㄹ) 802.6

38. 어느 LAN이 최고의 자료속도를 가지는가?
ㄱ) 10Base5
ㄴ) 10Base−T
ㄷ) 꼬임쌍선통표고리
ㄹ) FDDI

39. CSMA/CD와 IEEE802.3규격의 또 다른 술어는 _____이다.
ㄱ) 이써네트
ㄴ) 통표고리
ㄷ) FDDI
ㄹ) 통표모선

40. IEEE프로젝트 802는 자료련결층을 웃 ___보조층과 아래___보조층으로 분할한다.
ㄱ) LLC, MAC
ㄴ) MAC, LLC
ㄷ) PDU, HDLC
ㄹ) HDLC, PDU

41. FDDI는 _____에 대한 머리 글자이다.
ㄱ) 고속자료전달대면부
ㄴ) 빛섬유분산형자료대면부
ㄷ) 빛섬유분산형수자대면부
ㄹ) 고속분산형자료대면부

42. FDDI에서 자료는 보통____우에서 전달된다.
ㄱ) 1차고리
ㄴ) 2차고리
ㄷ) 두 고리
ㄹ) 어느 고리도 아니다.

43. FDDI규약에서 2차고리의 기본목적은 무엇인가?
ㄱ) 1차고리에 고장이 생기면 2차고리가 담당한다.
ㄴ) 1차고리에 고장이 생기면 1차는 2차로서 접속을 대치하여 고리를 처리한다.
ㄷ) 2차는 1차와 자료전송을 교대한다.
ㄹ) 2차는 1차가 바쁠 때 비상통보를 보내는데 리용된다.

44. 어느 형태의 마디가 두개의 MIC를 가지며 두 고리에 다 접속될수 있는가?
ㄱ) SAS
ㄴ) DAS

ㄷ) DAC
ㄹ) ㄴ)와 ㄷ)

45.어느 형태의 마디가 한개 MIC만을 가지며 한 고리에만 접속될수 있는가?

ㄱ) SAS
ㄴ) DAS
ㄷ) DAC
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

46. FDDI규약은 OSI 어느 층에서 동작하는가?

ㄱ) 물리층
ㄴ) 지료련결층
ㄷ) 망
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

47. FDDI의 MAC프레임에서 어느 마당이 가변적인가?

ㄱ) 서문
ㄴ) 주소마당
ㄷ) 자료마당
ㄹ) ㄴ)와 ㄷ)

48. 다음 수렬중 어느것이 4B/5B 수렬에 합당하지 않는가?

ㄱ) 1110001010
ㄴ) 1010001111
ㄷ) 1110001001
ㄹ) 1110000111

49. ______에서 프레임은 모든 국으로가 아니라 하나의 목적지에로 간다.

ㄱ) 일반이써네트
ㄴ) 교환이써네트
ㄷ) 통표고리
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

50. ______에서 프레임은 모든 국으로 간다.

ㄱ) 일반이써네트
ㄴ) 교환이써네트
ㄷ) 통표고리
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

51.충돌령역은 자료가 두 국사이에 전달되는 _____거리이다.

ㄱ) 최소
ㄴ) 최대
ㄷ) 가상
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

52. 일반이써네트에서 충돌령역은 _________m이다. 고속이써네트에서 충돌령역은 ______m이다.

ㄱ) 250,　250
ㄴ) 250,　2,500
ㄷ) 2,500, 250
ㄹ) 2,500, 2,500

53. 이써네트망에서 왕복시간이 ______ 하면 충돌령역이 _____한다.
ㄱ) 증가, 감소
ㄴ) 감소, 감소
ㄷ) 감소, 증가
ㄹ) 이중에 없다.

54. 100Base−X는 ______에서 100Base−T4와 다르다.
ㄱ) 자료전송속도
ㄴ) 위상구조
ㄷ) 프레임형식
ㄹ) 국과 집선기사이의 케블수

55. _______에서 국−집선기거리는 2,000m이다.
ㄱ) 100Base−TX
ㄴ) 100Base−FX
ㄷ) 100Base−T4
ㄹ) 100Base−T1

56. ______은 8B/6T부호화방법을 리용한다.
ㄱ) 100Base−TX
ㄴ) 100Base−FX
ㄷ) 100Base−T4
ㄹ) 100Base−T1

57. 기가비트이써네트는 고속이써네트보다 _____자료속도와 ___충돌령역을 가진다.
ㄱ) 더 높은, 더 높은
ㄴ) 더 높은, 더 낮은
ㄷ) 더 낮은, 더 낮은
ㄹ) 더 낮은, 더 낮은

련습문제

58. 가장 작은 이써네트프레임은 무엇인가? 가장 큰것은 무엇인가?
59. 통표고리자료프레임에서 가장 작은것은 무엇인가? 가장 큰것은 무엇인가?
60. 최소이써네트프레임에서 응용자료와 전체 파케트의 비는 얼마인가? 최대프레임에서 비는 얼마인가? 평균비는 얼마인가?
최소통표고리프레임에서 비는 얼마인가? 평균비는 얼마인가?
61. 최소통표고리프레임에서 비는 얼마인가? 평균비는 얼마인가?
62. 이써네트프레임이 왜 최소의 자료크기를 가진다고 생각하는가?

63. 10Base5의 케블길이가 2,500m라고 하자. 굵은 동축케블의 전파속도가 빛속도(30만km/s)의 60%라면 한 비트가 망시작점에서 끝에까지 전달되는데 걸리는 시간은 얼마인가? 장치에서 전파지연은 무시한다.
64. 웃문제의 자료를 리용하여 충돌을 수감하는데 걸리는 최대 시간을 구하시오. 최악의 경우는 자료가 케블 한 끝에서 보내지고 충돌은 다른 끝에서 일어 날 때이다. 신호는 왕복할 필요가 있다는것을 기억하시오.
65. 10Base5의 자료속도는 10Mbps이다. 최소 프레임을 창조하는데 얼마나 걸리는가 계산해 참고.
66. 64, 65문제의 자료로서 충돌검출이 정확히 진행될수 있는 최소이써네트 프레임 크기를 구하시오.
67. 통표고리에서 고리의 길이가 1,000m이라고 하자. 꼬임쌍선케블의 전파속도가 빛속도(30만m/s)의 60%일 때 한 비트가 한번 주행하는데 시간이 얼마나 걸리겠는가?
68. 16Mbps 통표고리망에서 통표의 길이가 3byte이다. 한개 국이 통표를 생성하는데 시간이 얼마나 걸리는가?
69. 통표고리가 정확히 동작하기 위해서는 자료의 첫 비트가 전체 프레임이 형성될 때까지 그 형성된 장소에서 돌아 오지 말아야 한다. 통표가 3byte이므로 통표통과 방법이 정확히 동작하자면 최소 고리길이는 얼마인가? 문제 70, 71의 결과를 리용한다.
70 다음 비트렬을 4B/5B 부호화를 리용하여 부호화하시오.
1101011011101111
71. 4B/5B에서 여유비트의 비률은 얼마인가?
72. 표 12-6을 리용하여 이써네트와 통표고리프레임을 비교하시오.

표 12-6 문제 72

특 징	이써네트	통표고리
서 문		
SFD		
SD		
AC		
FC		
목적주소		
원천주소		
자료크기		
CRC		
ED		
FS		

제１３장. 도시지역망

도시망(MAN)은 전체 도시를 포괄하도록 설계된 망이다. 국부망(LAN)들이 서로 가까이에서 자료교환할 때는 자체의 케블, 경로조종기, 관문을 리용하여 접속될수 있다. 그러나 한개의 련합기업의 LAN들이 넓은 지역(한개 도시 또는 넓은 구역)에 분포될 때는 전용의 접속구조가 비현실적이다. 대부분의 기관들은 자기들이 공동소유지에 케블을 부설할수 있다. 허가를 받을수도 있지만 더 좋은 방법은 전화회사와 같은 현존의 봉사를 리용하는것이다.

이 봉사들중 하나가 수Mbit자료교환봉사(SMDS)인데 이것은 규격적으로 분산형대기렬2중모선(DQDB)이라는 또 다른 규약을 리용하는것이다. 이 장에서는 우선 DQDB를 고찰하고 그다음 SMDST를 보기로 한다.

１３．１． IEEE 802.6(DQDB)

12장에서 고찰한 규약밖에도 IEEE 802에는 분산형대기렬2중모선(DQDB)이라는 또 다른 규약(IEEE 802.6)이 있다. DQDB는 LAN규격과 비슷하기는 하지만 그것은 MAN에 리용되도록 설계된것이다.

접근방법 : 2중모선

이름이 암시하는바와 같이 DQDB는 2중모선형식을 리용한다. 체계에서 매 장치는 두개의 중추련결고리에 접속된다. 이 고리들에 대한 접근은 접속(802.3에서와 같이) 또는 통표통과가 아니라 분산형대기렬이라는 구조(802.4와 802.5에서와 같이)에 의하여 승인된다.

그림 13-1은 DQDB위상구조를 보여 준다. 여기서 두개의 한방향모선을 모선 A, 모선 B라고 하였다. 5개의 번호 달린 국들이 보여 준바와 같이 모선들에 접속되여 있다. 매개 모선은 입구와 출구포구를 통하여 직접 국에 접속되며 분기선은 리용되지 않는다.

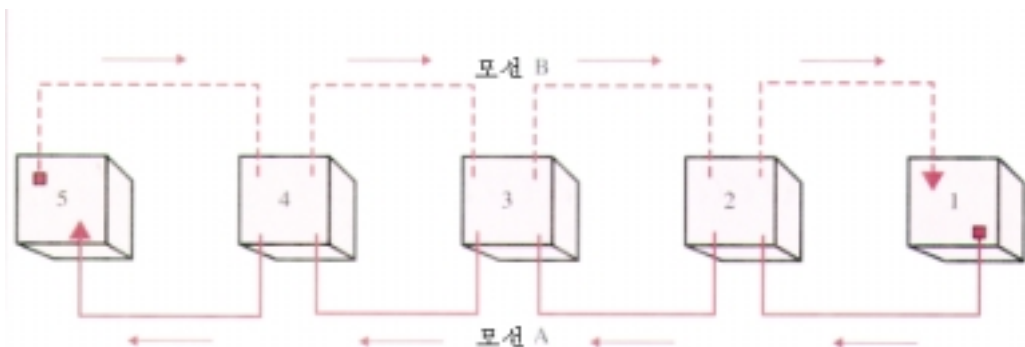



그림 13-1. DQOB모선과 마디

방향별통신량

매개 모선은 한 방향통신량만을 지원한다. 한 모선의 통신량방향은 다른 모선과 반대이다. 그림 13-1의 실례에서 모선시작은 직4각형으로, 끝은 3각형으로 표시되였는데 모선 A의 통신량은 오른쪽에서 왼쪽으로 이동한다. 모선 그자체는 국 1에서 시작되여 국 5에서 끝난다. 모선 B는 통신량이 왼쪽에서 오른쪽으로 움직인다. 이 모선은 국 5에서 시작하여 국 1에서 끝난다.

올리전송과 내리전송국 DQDB망에서 국들의 관계는 모선의 통신량전송방향에 의존한다. 모선 A가 구성되면 국 1과 2는 국 3에 관하여 올리전송으로 고찰되며 4와 5는 3에 관하여 내리전송으로 고찰된다. 그림 13-1의 실례에서 국 1은 올리전송국은 없고 4개의 내리전송국을 가진다. 이런 리유로 하여 국 1은 모선 A의 선두로 간주된다. 국 5는 내리전송국이 없고 4개의 올리전송국을 가지며 모선 A의 종단으로 된다.

모선 B가 구성되면 국 1과 2는 3에 대하여 내리전송으로, 국4와 5는 3에 대하여 올리전송으로 고찰된다. 이 경우 국 5는 올리전송국이 없고 4개의 내리전송국을 가진다. 따라서 모선B의 선두국이다. 국 1은 내리전송국이 없고 4개의 올리전송국이 있으며 모선 B의 종단이다.

송신슬로트

자료는 매 모선상에서 53byte의 슬로트흐름으로써 전송된다. 이 슬로트들은 파케트가 아니며 순수 비트렬이다. 모선 A의 선두(그림 13-1에서 국 1)는 모선 A를 리용하기 위하여 빈 슬로트를 발생시킨다. 모선 B의 선두(국5)는 모선 B를 리용하기 위하여 빈 슬로트를 발생시킨다.

자료속도는 초당발생되는 슬로트개수에 의존한다. 지금 리용되는 자료속도들은 각이하다.

빈 슬로트는 송신국이 자료를 그안에 넣어 줄 때까지 모선을 따라 내려 가며 지정된 목적지에서는 그 자료를 읽는다. 그러면 원천국이 주어 진 목적국에 자료를 보내기 위하여 어느 모선을 선택하는가? 원천국은 목적국이 내리전송으로 고찰되는 모선을 선택해야 한다. 이 규칙은 직관적이다. 매개 모선의 슬로트들은 자기의 선두국에서 종단국으로 이동한다. 매개 모선안에서 슬로트들은 다음의 내리전송국으로 이동한다. 만일 국이 자료를 보내려 한다면 그것은 통신량이 목적지를 향하여 흐르는 모선을 선택해야 한다.

> 원천국은 목적지국이 내리전송으로 고찰되는 모선을 선택해야 한다.

그림 13-2 ㄱ)는 국 2가 국 4에 자료를 전송하는것을 보여 준다. 국 2는 모선A가 국 2로부터 국 4로 내리전송하기때문에 A모선상의 슬로트를 선택한다. 송신과정은 다음과 같다. 모선 A의 선두국은 한개의 빈 슬로트를 창조한다. 국 2는 자기자료를 지나가는 슬로트에 넣어 주며 그 슬로트를 국 4로 주소화한다. 국 3은 그 주소를 읽으며 그 슬로트를 그대로 지나보낸다. 국 4는 자기주소를 인식한다. 그것은 자료를 읽고 슬로트의

상태를 《읽기》로 변경시켜서 국 5에로 보낸다. 여기서 슬로트는 흡수된다.

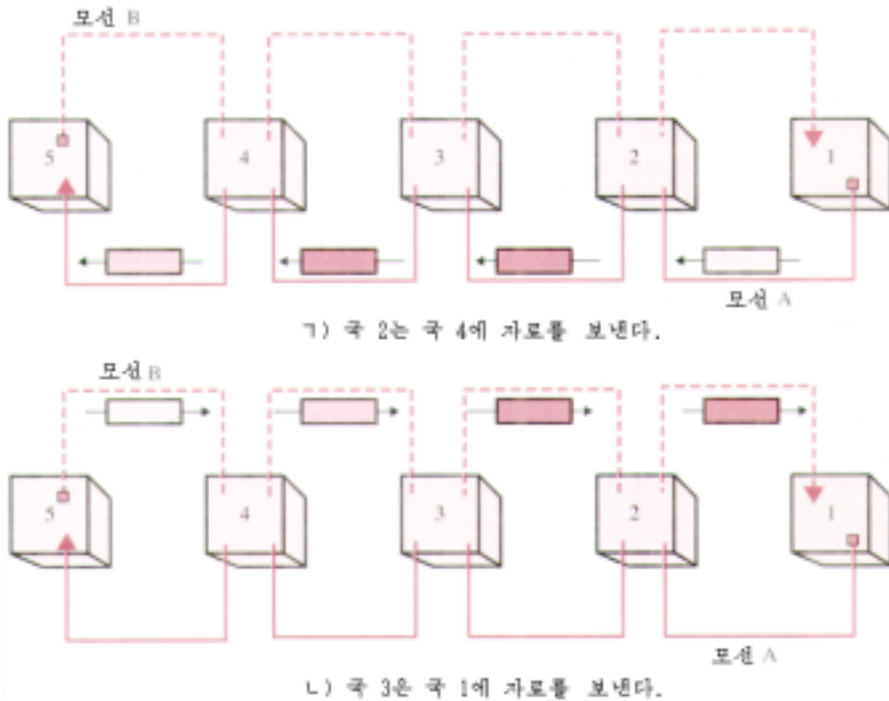



그림 13-2. DQDB에서의 자료전송

그림 13-2 ㄴ)에서 국 3은 국 1에 자료를 보내려고 한다. 국 1은 B모선상에서 국 3극으로부터의 내리전송이며 따라서 모선 B가 선택된다. 이 모선의 선두는(국 5) 빈 슬로트를 창조하여 모선을 따라 보낸다. 국 4는 이 슬로트를 무시하고(그 리유는 아래에서 본다) 국 3으로 통과시킨다. 국 3은 슬로트에 자료를 끼워 넣고 국 1에로 주소화한다. 국 2는 주소를 읽어 보고 슬로트를 그대로 중계한다. 국 1은 자기주소를 인식하고 자료를 읽으며 슬로트를 버린다. 국 1은 모선의 중단이기때문에 읽기마당을 설정하지 않으며 한번 읽은 다음 그것을 버린다.

슬로트예약 자료를 내리전송하기 위해서는 국이 빈 슬로트의 도착을 기다려야 한다. 그러나 언제까지 올리전송국이 모선을 독점하고 모든 슬로트를 차지하게 할것인가? 모든 종단의 가까이에 있는 국들은 슬로트를 차지한 다음에야 송신할수 있기때문에 이런 피해를 받는다. 이런 상태는 지나칠 정도일수도 있다. 이것은 봉사의 질을 떨어뜨리며 특히 체계가 음성이나 영상과 같은 시간관계의 정보를 나르는 경우에는 더하다.

해결방안은 국들이 자기가 원하는 슬로트들에 대하여 예약하도록 하는것이다. 그러나 그림 13-2를 다시 보면 문제가 있다는것을 알수 있다. 한개 국이 올리전송국들이 모선상의 슬로트를 리용하지 말도록 예약한다. 그러나 국 2가 어떻게 모선 A를 예약할수 있는가? 어떻게 국 1에 예약을 통보할수 있는가? 그 방법은 물론 국 2가 반대방향으로 통신량을 나르는 모선 B상에서 모선 A에 대한 예약을 하는것이다. 국2는 모선 B의 슬

로트에 예약비트을 설정하여 그것이 지나가면서 매개 국들에 그 국이 모선 A상의 슬로트를 예약하고 있음을 알려 준다. 이 슬로트는 모선 B상에서 국2로부터의 모든 내리전송국들과 모선 A상에서는 올리전송국으로 되는 모든 같은 국들을 지나간다.

이 국들은 내리전송국의 예약을 존중해야 하며 슬로트를 내리전송국이 리용하도록 보내주어야 한다. 이 과정이 어떻게 진행되는가를 아래에서 보자. 이제 한 모선에서 자료를 보내기 위하여 어떤 국이 다른 모선상에서 예약해야 한다는것을 상기하자. 예약과정의 또하나의 중요한 문제는 국이 먼저 예약하지 않고는 비록 지나가는 슬로트들이 다 비였다 해도 자료를 송신할수 없다는것이다.

빈 슬로트들은 내리전송국들이 예약해 놓은것일수 있다. 사실상 예약한 국조차도 임의의 빈 슬로트를 차지할수 없다. 그것은 자기가 예약한 특정의 슬로트가 도달할 때까지 기다려야 한다.

한 모선에 자료를 송신하기 위해서는 국이 다른 모선을 리용하여 예약해이 한다.

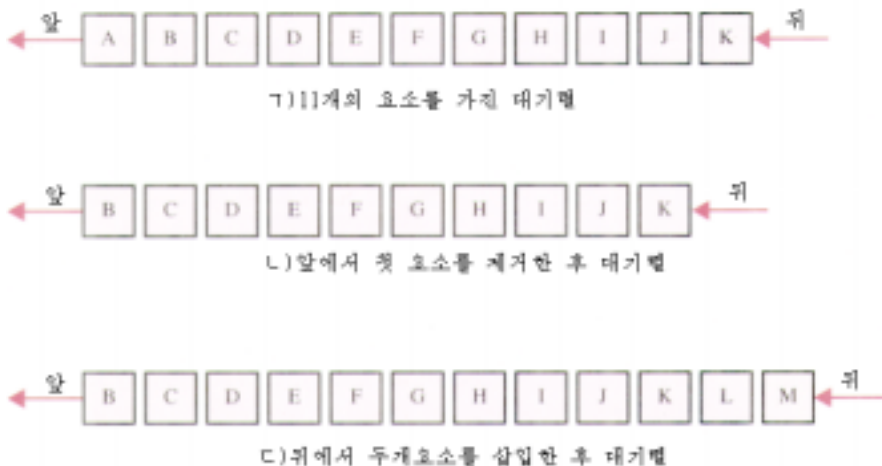
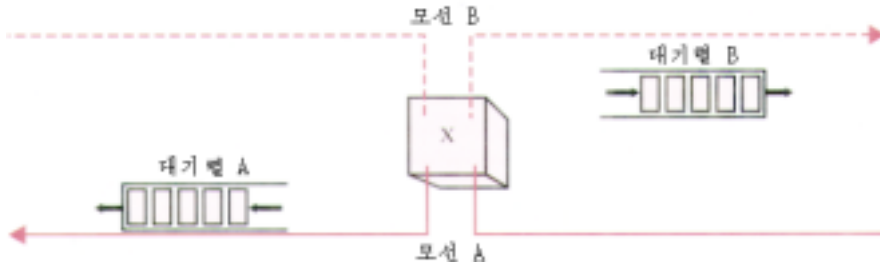
분산형대기렬

매개 국이 예약을 하며 한 모선상에서 다른 국들의 예약을 추적하는것은 두개의 대기렬 즉 한 모선에 대하여 한개씩을 보유할것을 요구한다. 매개 국은 모선 A에 대하여 대기렬 A를, 모선 B에 대하여 대기렬 B를 가진다.

대기렬은 선입-선출(FIFO)기능을 가진 기억이다. DQDB대기렬은 본질상 빈 슬로트를 리용하기 위한 대기렬이다. 그림 13-3은 대기렬에 대한 직관적개념을 준다. 요소들은 뒤쪽에서 삽입되며 대기렬이 전진하는데 따라서 앞쪽에서 제거된다.

매개 국은 두개의 대기렬 A와 B를 유지한다는것을 기억하자. 그림 13-4는 매개 국에 대한 두개의 대기렬을 보여 준다.

그림 13-3. 대기렬

그림 13-4. 마디안의 분산형대기렬

모선접근을 위한 대기렬리용

명백히 하기 위하여 대기렬 A를 검사하자. 국 X는 모선 A상에 공간을 예약하기 위하여 그자체를 대기렬 A에 첨가시킨다. 이를 위하여 내리전송이웃들중에서 몇개가 이미 모선 A에 대하여 슬로트를 요구하였는가를 아는것이 필요하다. 이 예약들을 추적하기 위하여 그것은 가상통표을 리용한다.

그것은 예약비트가 설정된 슬로트가 B모선상에서 지나갈 때마다 대기렬의 뒤쪽에 통표을 첨가한다. 국이 자기자체를 위하여 예약할 필요가 있을 때는 모선 B를 지나 가는 슬로트에서 한개의 예약비트를 설정한다(그 슬로트는 요구비트가 유효하다면 차지될수도 있고 또는 아닐수도 있다.). 그다음 그 국은 대기렬A에 자기의 통표를 삽입한다. 그러나 이 통표는 다른것들과 다른 형태를 가지며 국자체의 예약임을 나타낸다(그림 13-5).

국이 자기대기렬 A를 읽을 때마다 그것은 대기렬에 통표가 얼마나 있는가와 몇개의 내리전송예약이 진행되였는가를 알려 준다. 그 국은 또한 그것이 얼마나 많은 빈 슬로트를 보내고서야 자체의 슬로트를 포착할수 있는가를 알려 줄수 있다. 이 국은 모선 A에서 지나가는 빈슬로트를 감시한다. 지나가는 매개 빈 슬로트에 대하여 그것은 대기렬앞쪽에서 한개 통표를 제거해 버린다. 그것은 빈 슬로트를 보고 대기렬앞쪽에서 자기의 통표를 찾으면 그 통표(대기렬앞)를 버리고 빈 슬로트를 포착하며 자기의 자료를 끼워 넣는다. 국은 대기렬에서 자기앞에 있는 통표만큼 빈 슬로트를 지나보냄으로써 내리전송국들의 예약요구를 만족시켰다는것을 알게 된다.

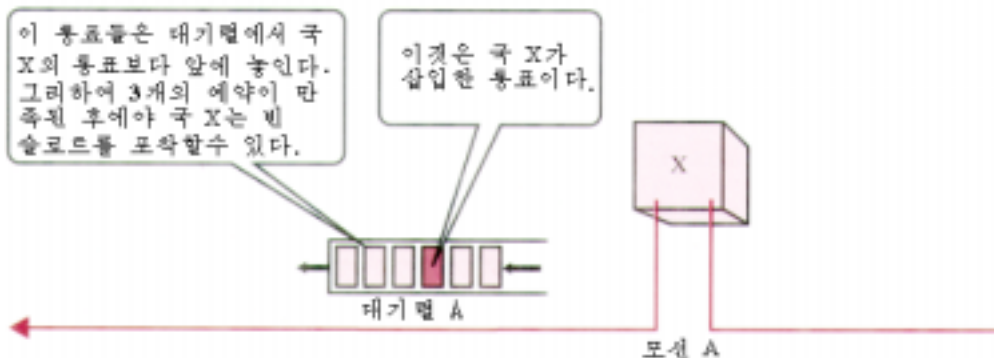



그림 13-5. 대기렬안의 예약통표

이제 그림 13-2로 돌아 가서 모선 A에 관하여 5개 국들의 동작을 검사하자.

국 1은 슬로트를 창조하게 되여 있다. 그것은 빈 슬로트를 계속 만들어서 모선 A에 내보낸다. 그러나 이 슬로트들중 한개를 리용하여 자기의 자료를 송신하자면 다른 국들과 같이 자기 대기렬 A에서 자리를 차지해야 한다. 만일 자기 정면에 통표가 있다면 국 1은 자기의 통표가 나올 때까지 내리전송국들(국 2, 3, 4, 5)을 위한 빈 슬로트를 내보낸다. 이때 그것은 슬로트에 자기의 자료를 삽입하며 슬로트의 《바쁜》상태비트를 설정하고(1로) 그다음 그것을 모선에 내보낸다.

2, 3, 4국들의 동작은 본질적으로 국 1과 같은데 이것들이 슬로트를 창조하지 않는것만 다를뿐이다. 대신 그것들은 통과하는 빈 슬로트들을 감시한다. 빈 슬로트가 통과할 때마다 매개 국들은 대기렬 A에서 자기의 통표를 한개씩 제거한다. 이때 다음의 빈 슬로트를 포착하여 거기에 자료를 적재하고 《바쁜》비트를 설정한후 그것을 모선에 내보낸다.

한편 국 5는 모선 A로는 자료를 송신할수 없다(모선 B에서 국 5로부터 내리전송국은 없다.). 사실 앞으로 한 국이 그 국에 내리전송국을 포함하는 경우에 망호환성을 위하여 대기렬 A를 포함할수 있다 하여도 그것은 필요가 없다.

이러한 고찰은 모선 B에 대해서도 적용할수 있는데 모선 B에서는 국 5가 슬로트를 만들어 내보내며 국 1이 대기렬 B를 필요로 하지 않는다는것만 차이가 있다.

대기렬구조

DQDB규격은 론리적인 대기렬 A와 B가 어떻게 리용되는가를 명백히 서술한다.

그러나 매개 대기렬의 설계는 실천가들의 특성에 따라 간다. 망들과 국들은 이미 서술된 규칙을 따르는한 대기렬의 동작을 모방하도록 만들어 질수 있다.

고리구성

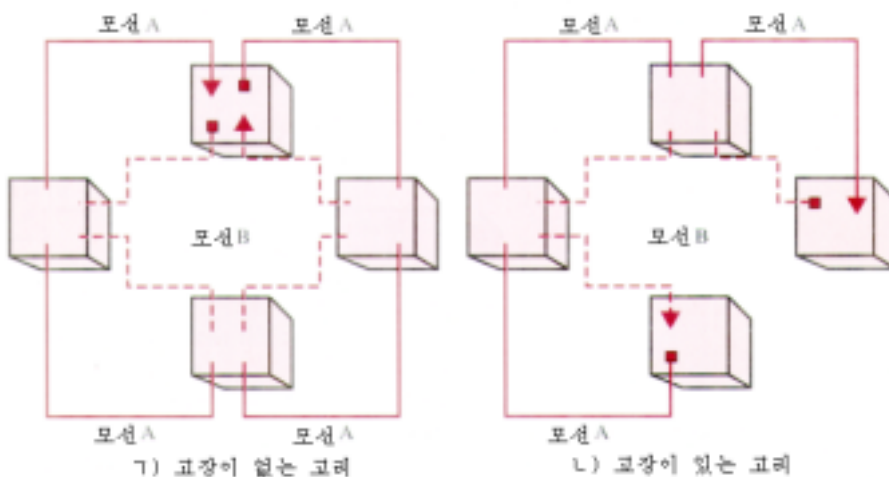



그림 13-6. DQDB고리들

DQDB는 또한 고리형으로 실현될수도 있다. 이 경우에 한개 국은 선두와 종단의 두 역할을 놀게 된다(그림 13-6). 이 위상구조는 련결고리나 어떤 국이 고장일 때 재구성할수 있는 우점을 가진다. 그림 13-6 ㄴ)는 련결고리고장이후 재구성된 본래고리를 보여 준다.

동작 : DQDB층들

IEEE는 DQDB에 대하여 매체접근조종(MAC)보조층과 물리층을 다 정의하였다. MAC층기능에 대한 전문서술은 복잡하므로 여기서 론의하지 않는다. 그러나 일반적으로 MAC층은 웃층에서부터의 자료렬을 48byte 단위의 토막들로 쪼개고 매 토막에 5byte의 머리부를 첨가하여 53byte의 슬로트를 만든다(그림 13-7). 53byte로 만드는것은 DQDB슬로트와 비동기전송방식(ATM)에서의 셀크기와 호환성을 가지게 한다(19장을 참고).

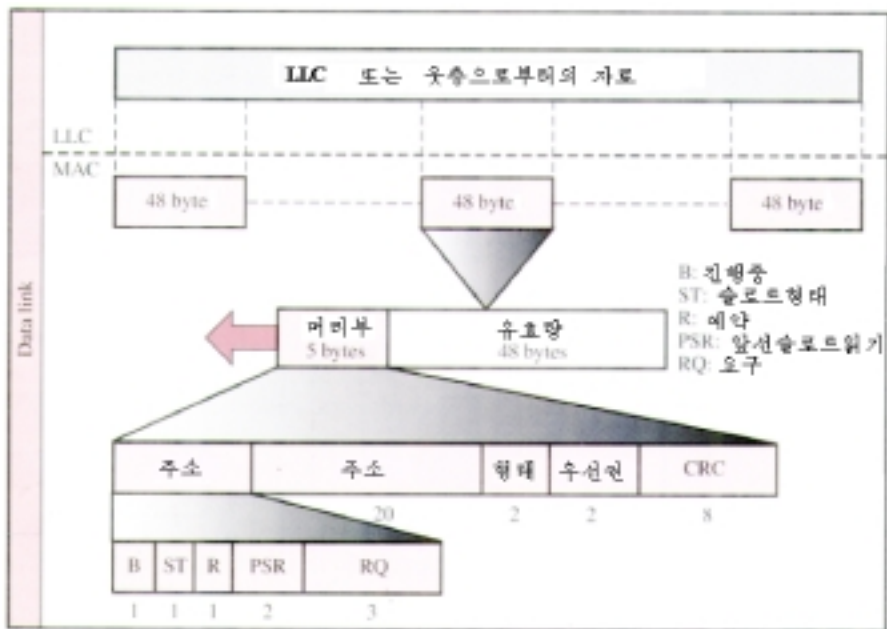



그림 13-7. DQDB층들

DQDB머리부

DQDB머리부의 5개 byte는 접근, 주소, 형식, 우선권, CRC 5개의 주요마당으로 분할된다.

접근마당 DQDB접근마당은 모선에로의 접근을 조종하는 8bit마당이다. 그것은 5개의 보조마당으로 분해된다.

- **《바쁜》(B)** B비트는 슬로트가 자료를 나르는가 아닌가를 지시한다. 설정이면 슬로트가 차지되였음을 의미한다.
- **슬로트형식(ST)** ST비트는 두가지 슬로트형식을 정의할수 있다. 즉 파케트전

송과 등시성전송.

- **예약(R)** R비트는 앞으로의 리용에 예약된다.
- **앞선 슬로트읽기(DSR)** 2bit의 PSR마당은 주소화된 국이 슬로트의 내용을 읽으면 0으로 설정된다.
- **요구(RQ)** RQ마당은 3bit로 이루어 지는데 국들이 설정하여 슬로트들에 대한 예약을 한다.

주소마당 주소마당은 MAN과 WAN전송에서 리용될수 있는 20bit 가상통로식별자(VCI)를 유지한다. LAN에서 리용될 때 이 마당은 전부 1로 되며 추가적인 머리부가 첨가되여 MAC물리주소를 나른다.

형식마당 2bit의 형식마당은 우선권을 리용하여 망에서 슬로트의 우선권을 식별한다.

우선권마당 우선권마당은 우선 리용하는 망에서 슬로트의 우선권을 식별하는것이다.

CRC마당 CRC마당은 나누기식 x^8+x^2+x+1을 리용하는 8bit의 주기적여유비트검사 바이트를 나르는데 이것은 단일비트오유 또는 집중오유를 검출하고 머리부에서의 단일비트오유를 교정하는데 리용된다.

실현

물리층특성은 열려 져 있다. DQDB규격은 2중모선에 접근하는데 리용되는 전자장치를 정의한다. 접근매체는 각이한 자료속도에 따라 동축 또는 빛섬유케블일수 있다.

13. 2. SMDS

수Mbit자료교환봉사(SMDS)는 도시망의 고속통신을 취급하기 위한 봉사이다. 이것은 한 도시나 넓은 구역의 각곳에 있는 LAN들사이에서 자료를 교환할 필요가 있는 기구들을 지원하도록 설계되였다.

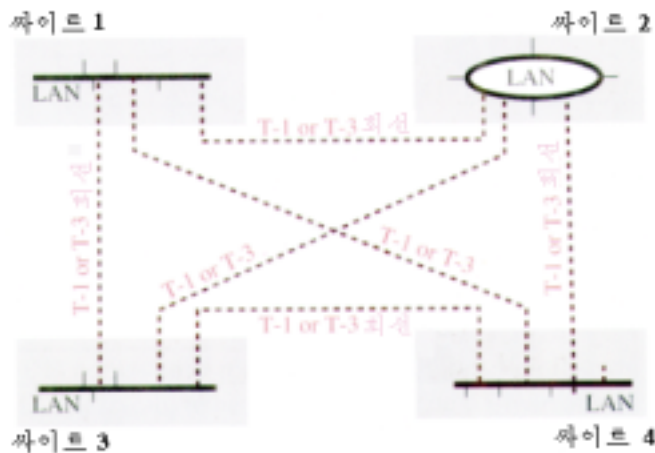



그림 13-8. T-1 또는 T-3회신을 리용하는 LAN들의 접속

SMDS를 도입하기전에는 이 교환을 실현하는것이 어려웠다. 한가지 방법은 1.544Mbps의 자료속도를 가진 T-1임대회선과 같은 현존 전화회사봉사에 또는 44.736Mbps의 자료속도와 T-3임대회선을 가진 DS-3봉사에 가입하는것이다.

이 방법은 적당하기는 해도 값이 비싸다. 실례로 도시에서 각지에 있는 네개의 국을 가진 련합기업체를 고찰하자. 이 LAN들을 MAN에 결합하기 위해서는 6개의 점대점접속을 가진 그물위상구조의 망을 요구한다(그림 13-8).

물론 대부분회사들의 자료통신량은 회선을 시간적으로 항상 리용하지 않는다. 그러므로 이 회선들은 공유될수 있다면 보다 더 생산적일것이다. 그러나 전화회사는 T형교환임대회선을 제공하지 않는다. 가입자는 회선을 항상 임대하든가 아니면 그만두어야 한다.

SMDS는 여기에 해결방안을 제공한다. 그것은 고속 MAN통신량을 위한 파케트교환데타그람봉사이다. SMDS는 공중사업자가 보장하는 교환봉사이다. 즉 가입자는 그들이 리용할 때만 지불하게 된다. 가입자 LAN들은 DQDB구조를 리용하여 교환기들에 접속된 경로조종기들을 통하여 SMDS망에 련결된다(그림 13-9).

그림 13-9. MAN으로서의 SMDS : 경로조종기를 통하여 SMDS에 련결된 가입자 LAN

SMDS구조

SMDS에 대한 접근은 SMDS대면부규약(SIP)을 통하여 조절된다. SIP규약은 그림 13-10에 보여 준바와 같이 세개 준위를 정의한다.

SIP 준위 3

이 준위는 사용자자료를 받아 들이며(그 자료는 9188byte 보다 작아야 한다.) 머리부와 꼬리부를 첨가한다. 머리부와 꼬리부에는 관리 및 조종마당이 포함된다. 머리부에서 두개의 가장 중요한 마당은 송신기주소와 수신기주소이다. 매 주소는 8byte 길이(64bit)를 가진다. 첫 4bit는 주소형식을 정의하는데 기정으로서는 전화번호이다. 다음 60bit는 보통

15개의 4bit구간으로 해석된다. 매개 구간은 0～9사이의 수자를 정의할수 있다. 15개의 수자는 나라코드, 지역코드, 국부코드로 된 전화번호를 규정할수 있으므로 SMDS는 WAN에서도 리용될수 있다. 주소는 임의의 나라에서 전화번호를 정의할수 있다(그림 13−11).

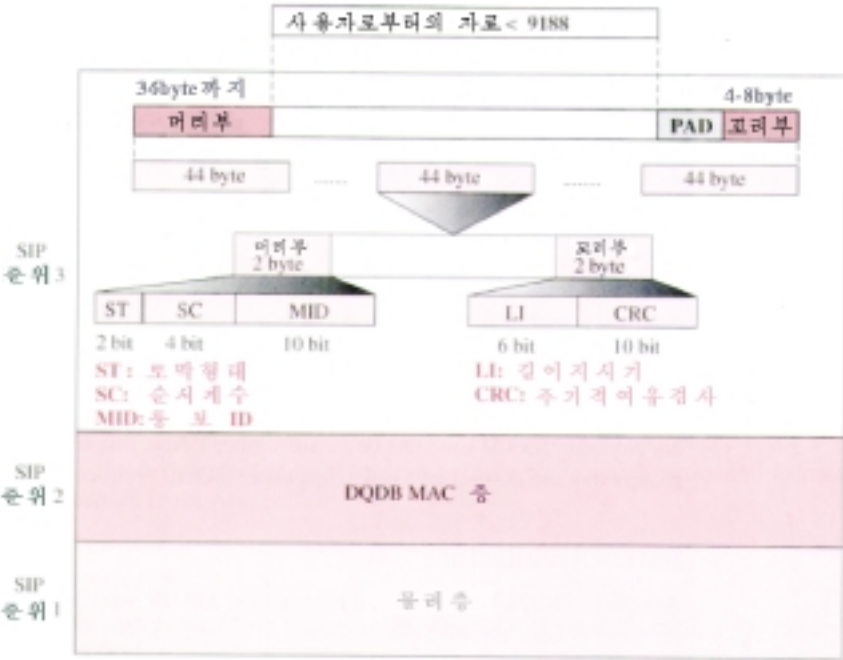



그림 13−10. SIP준위들

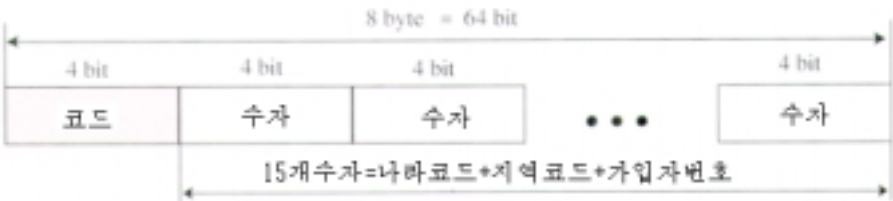



그림 13−11. SMDS에서의 주소

머리부와 꼬리부가 첨가된후에 파케트는 48byte구간들로 나누인다. 매개 구간에 대하여 두개의 머리부와 두개의 꼬리부가 첨가된다(그림 13−10에서와 같이). 매개의 48byte구간은 SIP준위2에 넘어 가서 처리된다.

SIP 준위 2

이 준위에서 DQDB가 역할을 한다. 준위 2는 그림 13−7에서 본바와 같이 48byte의 구간을 수신하며 5byte의 머리부를 첨가한다. 이 층에서 형성된 53byte의 자료는 슬로트에 넣어 져서 목적지에로 운반된다.

SIP 준위 1

이것은 물리적대면부와 전송매체형식, 신호체계를 정의하는 물리적준위이다.

특징

SMDS의 각이한 특징들을 간단히 언급한다.

- SMDS는 같은 기구의 LAN들을 접속시키는 중추망으로 고찰될수 있다.
- SMDS는 서로 다른 기구들에 속한 LAN들사이의 접속을 위해서 리용될수 있다.
- SMDS는 대부분 MAN으로서 리용하지만 WAN으로 리용될수 있다.
- SMDS는 파케트교환망이며 모든 사용자들에게 같은 망이 리용가능하다.
- 가입자들은 실지로 망을 리용할 때만 지불한다.
- 사용자적재량이 9188byte까지이므로 SMDS는 모든 LAN들로부터의 프레임을 수신하고 교갑화할수 있다.
- 자료속도는 1.544M～155Mbps 범위이다.
- 매개 사용자는 평균자료속도로 배당된다.
- 순간자료속도는 평균속도가 특정의 거래자에게 배당된 자료속도이하라면 변할수 있다. 이것은 자료전송이 폭발적일수 있다는것을 의미한다.
- 주소화체계는 전화번호이기때문에 매개 사용자에게 새로운 주소화체계를 배당할 필요가 없다.
- 다중수신송신이 가능하다. 즉 여러 사용자가 수신할수 있는 자료를 한 사용자가 송신할수 있다.

１３．３．실마리어

2중모선
도시지역망(MAN)
대기렬
분산형대기렬2중모선
수Mbit로 자료교환봉사(SMDS)
슬로트
버스트자료
IEEE802.6
SMDS대면부규약(SIP)

１３．４．요약

- DQDB는 두개의 한방향모선을 리용한다. 모선들은 반대방향으로 작용한다.
- DQDB에서 자료전송은 빈 슬로트를 포착하고 거기에 자료를 삽입하는것으로 진행된다.
- 국은 내리전송방향으로만 자료를 전송할수 있다. 슬로트에 대한 예약은 다른 모선상에서 진행된다.

- FIFO대기렬을 통하여 매개 국은 동일한 자료송신기회를 가진다.
- DQDB는 물리층과 MAC보조층에서 동작한다.
- DQDB는 고리형위상구조로도 실현된다.
- MAC보조층에서 5byte의 머리부가 48byte의 유효전송량에 첨가된다.
- 물리층에서 규약들은 전자장치, 매체, 자료속도를 규정한다.
- SMDS는 MAN에서의 고속통신을 취급하는데 리용되는 파케트교환데타그람봉사이다.
- SMDS는 다음의 사용자들에게 아주 좋다.
  ㄱ) 교환/56 또는 DDS보다 더 높은 자료속도를 요구하는 사용자
  ㄴ) 련결고리를 항상 필요로 하지 않는 사용자
- SMDS에 대한 접근은 SMDS결합규약(SIP)을 통하여 조절된다.
- SMDS는 매체접근에 대하여 DQDB를 리용한다.

13. 5. 련습

복습문제

1. MAN에서 왜 DQDB와 SMDS와 같은 봉사가 리용되는가?
2. DQDB에서 왜 두개의 모선이 필요한가?
3. DQDB에서 어떻게 슬로트들이 발생되는가?
4. DQDB에서 왜 슬로트예약이 필요한가?
5. DQDB에서 슬로트예약방법을 설명하시오.
6. DQDB에서 왜 매개 국에 두개의 대기렬이 필요한가?
7. DQDB에서 FIFO대기렬을 설명하시오.
8. 고리형으로 DQDB를 실현하는것이 가지는 우점은 무엇인가?
9. DQDB에서 왜 슬로트크기가 53byte로 선정되는가?
10. DQDB머리부의 주소마당의 목적은 무엇인가?
11. DQDB의 물리층을 서술하시오.
12. LAN의 SMDS에 어떻게 접속되는가?
13. SIP의 목적은 무엇인가?
14. SIP의 세개 준위이름과 그 기능을 쓰시오.
15. 3준위에서 첨가된 머리부가 왜 전화번호를 포함하는가?
16. DQDB는 SMD와 어떻게 관계되는가?

선택문제

17. DQDB는 ______의 머리글자이다.
    ㄱ) 분산형대기렬자료기지
    ㄴ) 차동대기렬자료모선

ㄷ) 자료대기렬2중모선

ㄹ) 분산형2중모선

18. DQDB________으로 이루어 진다.

ㄱ) 서로 반대방향으로 전송하는 두개의 한방향모선

ㄴ) 한개의 쌍방향모선

ㄷ) 서로 반대방향으로 전송하는 두개의 쌍방향모선

ㄹ) 한개의 한방향모선

19. 모선 A와 B를 가진 DQDB에서 원천국이 모선 B를 통하여 자료를 보낸다면 예약은 ___우에서 진행된다.

ㄱ) 가장 가까운 선들을 가지는 모선

ㄴ) 덜 분주한 모선

ㄷ) B모선

ㄹ) A모선

20. 6개의 대기렬요소가 ABCDEF 순서로 있고 A가 첫번째로 들어 왔다. 두 요소가 제거되고 G가 들어 오고 그 다음 H가 들어 왔다면 대기렬의 앞쪽에 있는 요소는 어느것인가?

ㄱ) C

ㄴ) B

ㄷ) G

ㄹ) H

21. DQDB는 ________층에서 동작한다.

ㄱ) 물리

ㄴ) 자료련결

ㄷ) 물리 및 자료련결

ㄹ) 망

22. DQDB접근마당바이트의 어느 비트가 국예약에 리용되는가?

ㄱ) B

ㄴ) ST

ㄷ) PSR

ㄹ) RQ

23. DQDB접근마당바이트의 어느 비트가 슬로트내용이 읽혀 진후 0으로 설정되는가?

ㄱ) B

ㄴ) ST

ㄷ) PSR

ㄹ) RQ

24. DQDB머리부의 어느 마당이 유효적재량의 형태를 식별하는가?
ㄱ) 접근마당
ㄴ) 주소마당
ㄷ) 형식마당
ㄹ) 우선권마당

25. DQDB는 _____에 대한 머리글자이다.
ㄱ) 수Mbit 자료교환봉사
ㄴ) 교환매체자료봉사
ㄷ) 수Mbit동기자료봉사
ㄹ) 동기매체자료봉사

26. SMDS은 _____에서 고속통신을 취급하도록 설계된 봉사이다.
ㄱ) LAN
ㄴ) MAN
ㄷ) WAN
ㄹ) 이모든것

27. SIP는 경로조종기와 매체접근방법으로서 _____의 리용을 규정한다.
ㄱ) CSMA/CA
ㄴ) CSMA/CD
ㄷ) DQDB
ㄹ) DQDB

련습문제

28. 1부터 10까지 순서대로 번호가 붙은 10개의 국이 DQDB에 접속되였다. 국 1은 모선 A에서 슬로트를 발생시키며 국 10은 모선 B에 발생시킨다. 체계를 그리고 선두와 종단, 모선과 국들, 모선방향을 표시하시오.

29. 문제 28에서 국 7에 대하여 몇개의 국이 올리전송인가? 국 3의 경우에 몇개의 국이 내리전송인가?

30. 그림 13-1을 리용하여 다음의것을 국 1, 2, 3, 4 또는 5에 정합시키시오. 한 문제에 몇개의 정합이 있을수도 있다.
ㄱ) 빈 슬로트를 발생한다.
ㄴ) 대기렬 A가 필요 없다.
ㄷ) 대기렬 B가 필요없다.
ㄹ) 두대기렬이 다 필요하다.

31. DQDB머리부의 주소망이 MAN과 LAN에 대하여 어떻게 동작하는가를 설명하시오.

32. 그림 13-12에 어떤 국에 대한 대기렬을 보여 주었다. 국이 A방향으로 프레임을 송신할수 있게 되자면 얼마의 빈 슬로트가 이 방향으로 지나가야 하는가?

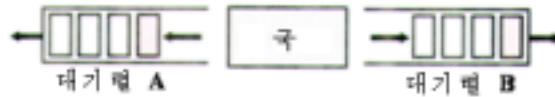



그림 13-12. 문제 32

33 그림 13-13에 어떤 국의 대기렬을 보여 주었다. 이 국이 다음의 사건을 고찰하였다. 매개 사건이후(사건들은 차례로 일어 난다.) 대기렬의 내용을 보여 주시오.

ㄱ) 세개의 슬로트가 예약비트가 설정된 상태로 모선 A를 지나간다.
ㄴ) 두개의 빈 슬로트가 모든 B를 지나간다.
ㄷ) 한개의 빈 슬로트가 예약비트설정상태로 모선 B를 지나간다.
ㄹ) 두개의 차지된 슬로트가 모선 B를 지나간다.
ㅁ) 두개의 슬로트가 예약비트설정상태에서 모선 B를 지나간다.

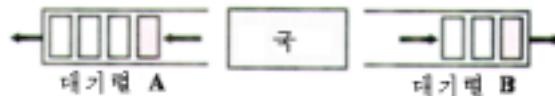



그림 13-13. 문제 33

34. 그림 13-14에서 모든 대기량들이 비여 있다. 다음의 사건후에(사건들은 차례로 일어 난다.) 매개 대기렬의 내용을 보여 주시오.

ㄱ) 국 2가 국 5에로의 프레임송신예약을 하였다.
ㄴ) 국 3이 국 1에로의 프레임송신예약을 하였다.
ㄷ) 국 2가 국 5에 프레임을 전송하였다.
ㄹ) 국 4가 국 1에 프레임을 전송하였다.
ㅁ) 국 4가 국 5에 프레임을 전송하였다.
ㅂ) 국 3이 국 1에 프레임을 전송하였다.
ㅅ) 국 1이 국 4에 자료송신예약을 하였다.
ㅇ) 국 4는 국 1에 프레임을 전송하였다.
ㅈ) 국 4는 국 5에 프레임을 전송하였다.
ㅊ) 국 1이 국 4에 프레임을 전송하였다.

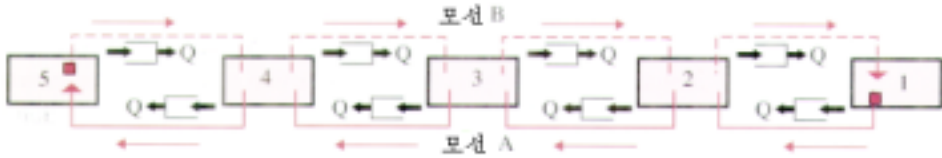



그림 13-14. 문제 34

35. 사용자가 SMDS망에 1,000byte파케트를 송신한다. 36byte의 머리부와 4byte의 꼬리부를 가정하여 다음의 물음에 대답하시오.
   ㄱ) SIP준위 3에서 덧붙이기가 필요한가? 몇byte인가?
   ㄴ) SIP준위 3에서 몇개의 48byte구간이 창조되는가?
   ㄷ) SIP준위 2에서 몇개의 53byte구간이 창조되는가?

36. 문제 35를 리용하여 다음의 문제에 대답하시오.
   ㄱ) 준위 3에서 몇개의 간접바이트가 사용자자료에 첨가되는가?
   ㄴ) 준위 2에서 몇개의 간접바이트가 사용자자료에 첨가되는가?
   ㄷ) 총 몇개의 바이트가 사용자자료에 첨가되는가?
   ㄹ) 간접바이트가 사용자자료에 대하여 몇퍼센트인가?

37.문제 25를 리용하여 다음의 물음에 대답하시오.
   ㄱ) 망이 45Mbps로 사용자자료를 송신한다면 모든 자료를 송신하는데 얼마나 걸리는가?
   ㄴ) 한개 슬로트를 송신하는데 얼마 걸리는가?

38. 전화번호(408) 864-8902를 한개 수자에 4bit를 리용하여 2진수로 표시하시오(괄호나-표를 쓰지 않고)? 몇bit가 필요한가?

39. 문제 38의 결과를 SIP준위 3의 주소마당에서 어떻게 리용할수 있는가?

제1 4장. 교 환

장치들이 많을 때는 그것들을 1대 1통신이 가능하도록 어떻게 접속시키는가 하는 문제가 나선다. 하나의 해결방안은 매개 장치쌍사이에(그물위상구조) 또는 중심장치와 매개장치사이에(별형) 점대 점접속을 설치하는것이다.

그러나 이 방법들은 대규모망들에 적용되는 경우에는 비현실적이며 랑비적이다. 이 련결고리들의 수와 길이는 많은 내부구조를 요구하므로 비용이 효과적이지 못하고 그중 대부분이 많은 시간동안 휴식상태에 있게 된다. 6개 장치 A, B, C, D, E, F를 가진 망을 생각하자. 만일 A가 B, C, D, E, F와 점대점련결을 한다면 A가 B와 접속될 때 나머지 접속고리들은 휴식상태에 있고 랑비되는것이다.

모선과 같은 다른 다중분기접속을 리용하는 위상구조들은 장치들사이의 거리와 장치개수가 매체와 장비의 능력이상으로 증가하기때문에 금지된다. 보다 더 좋은 방도는 교환이다. 교환망은 교환기라고 하는 호상련결마디들로 이루어 진다. 교환기들은 교환기에 련결된 둘 또는 여러개의 장치들사이의 일시적인 접속을 창조할수 있는 장치 및 프로그람적인 기구이다. 교환망에서 이러한 몇개 마디들은 통신장치에 접속된다. 다른것들은 경로조종을 위해서만 리용된다.

그림 14-1은 교환망을 보여 준다. 통신장치(실례에서 콤퓨터)들은 A, B, C, D 등으로 표시되고 교환기들은 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ등으로 표시된다. 매개 교환기는 여러개의 련결고리들에 접속되며 그것들사이의 접속을 한순간에 둘사이에서 실현하는데 리용된다.

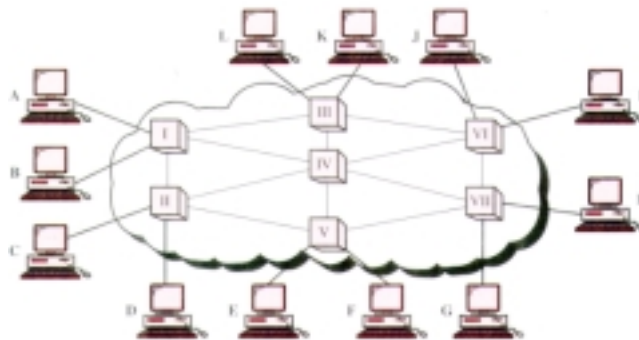



그림 14-1. 교환망

전통적으로 세가지 교환방법이 기본으로 되여 왔다. 즉 회선교환, 파케트교환, 통보문교환이다(그림 14-2). 첫 두개는 오늘날 일반적으로 리용되는것이다. 세번째는 일반통신에서 점차 없어 지지만 여전히 망에서 응용된다. 새로운 교환방식들이 나오고 있는데 그중에 셀중계(ATM)와 프레임중계가 있다. 18장, 19장에서 이 기술에 대하여 고찰하게 된다. 보다 오랜 방법을 리해하는것은 새로운것을 리해하는데서 좋은 기초로 되므로 먼저 오랜 방법들을 고찰하자.

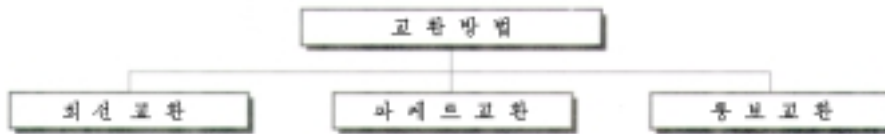



그림 14−2. 교환방법

14. 1. 회선교환

회선교환은 전화기나 콤퓨터 등의 두 장치들사이의 직접적인 물리적접속을 창조한다. 실례로 그림 14−3에서 왼쪽의 3개 콤퓨터(A, B, C)와 오른쪽의 4개 콤퓨터(D, E, F, G) 사이의 점대 점접속대신에(12개의 련결고리를 요구한다.) 4개의 교환기를 리용하여 련결고리의 개수와 길이를 줄일수 있다. 그림 14−3에서 콤퓨터 A는 교환기 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ을 통하여 D에 접속된다. 교환기의 절체기를 이동시켜 왼쪽의 임의의 콤퓨터가 오른쪽의 임의의 콤퓨터에 접속될수 있다.

회선교환기는 *n*개의 입구와 *m*개의 출구를 가지고 입출구련결고리사이의 일시적인 접속을 실현하는 장치이다(그림 14−4). 입구수와 출구수는 꼭 같아야 하는것은 아니다.

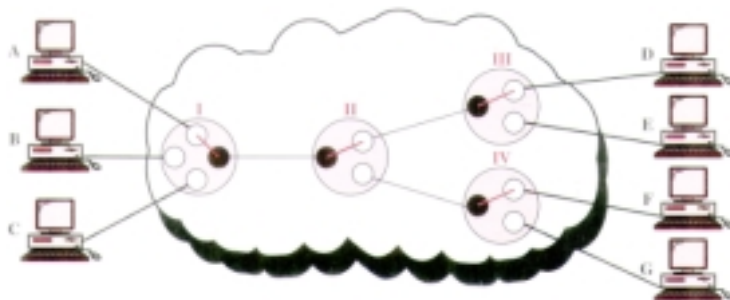



그림 14−3. 회선교환망

그림 14−4. 회선교환기

*n*대 *n* 접힘교환기는 전2중방식으로 *n*개 회선을 접속시킬수 있다. 실례로 그것은 매개 전화를 나머지 모든 다른 전화에 접속시키는 방법으로 *n*개의 전화들을 접속시킬수 있다(그림 14−5).

회선교환은 오늘 두가지 기술을 리용한다. 즉 공간분할교환과 시분할교환이다(그림 14−6).

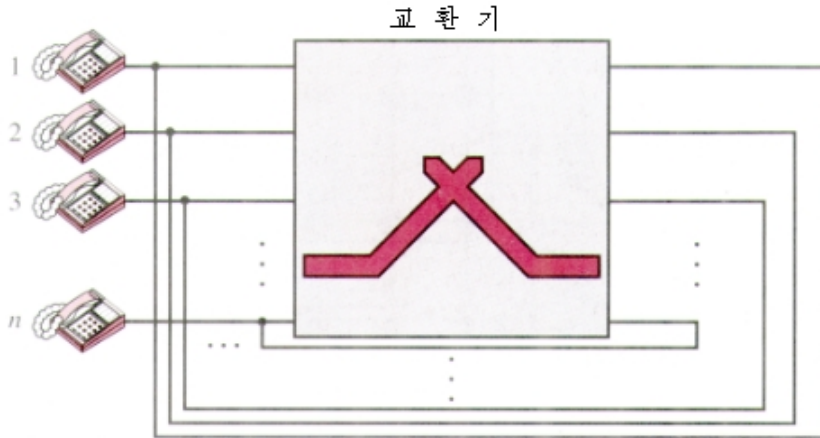



그림 14-5. 접힘교환기

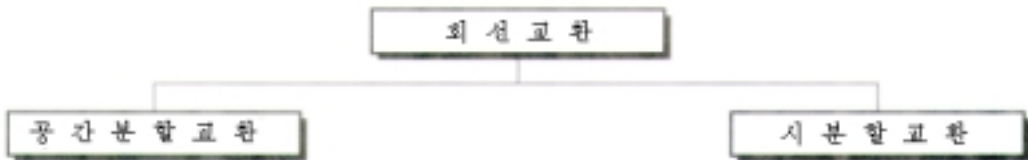



그림 14-6. 회선교환

공간분할교환기

공간분할교환에서 회선행로들은 서로 공간적으로 분리된다. 이 기술은 본래 상사형망에서 리용되도록 설계되였으나 현재는 상사 및 수자망에 다 리용된다. 이것은 오랜 설계력사를 걸쳐 발전하여 왔다.

크로스바교환기

크로스바교환기는 n개의 입구를 m개 출구에 격자형식으로 접속시키는데 이때 매개 교차점에서 전자적인 극소스위치(3극소자)를 리용한다(그림 14-7). 이 설계의 주요제한성은 요구되는 교차점의 개수이다. 크로스바교환기로 n개입구를 m개 출구에 접속시키자면 $n \times m$ 개의 교차점이 필요하다. 실례로 1,000개 입구를 1,000개 출구에 접속시키자면 1,000,000개의 교차점이 요구된다. 이 요인으로 하여 크로스바의 크기가 너무 커지기때문에 그것은 비현실적인것으로 된다. 이러한 교환기는 또한 비효률적이다. 통계적고찰은 실지로 주어 진 시간에 25%이하의 교차점들이 리용되며 나머지는 리용되지 않고 있다는것을 보여 준다.

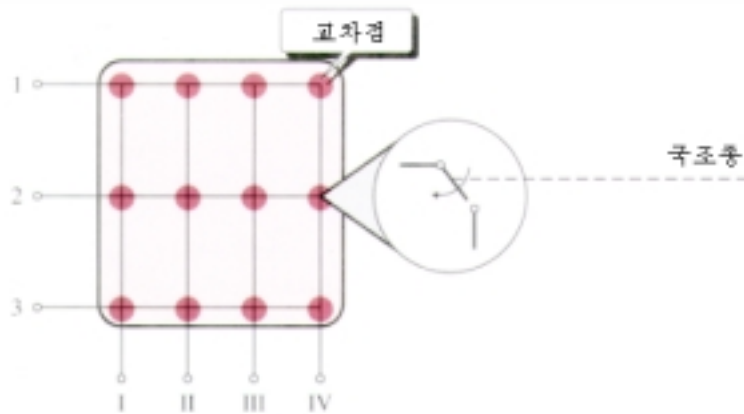



그림 14-7. 크로스바교환기

다계단교환기

크로스바교환기의 제한점을 해결하는 방법은 다계단교환기를 리용하는것인데 이것은 크로스바교환기를 몇단계로 조합한것이다. 다계단교환에서 장치들은 교환기들에 련결되며 그것은 또 다른 교환기에 계층형식으로 련결된다(그림 14-8).

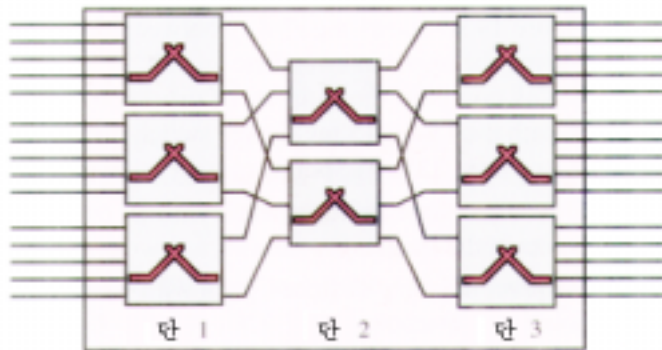



그림 14-8. 다계단교환기

다계단교환기의 설계는 단의 개수와 매개 단에서 요구되는 교환기의 수에 의존한다. 보통 중간단은 첫 단과 마지막단보다 더 작은 수의 교환기를 가진다.실례로 그림 14-8과 같은 다계단교환기가 한개의 15×15 크로스바교환기의 작업을 할수 있도록 해보자.

첫 단과 마지막단에서 각각 세개 교환기를, 가운데 단에서 두개 교환기를 리용하는 3단교환기설계를 한다고 하자. 첫 단이 세개이므로 매개는 입구장치의 1/3과 련결되며 즉 매개가 5개의 입구를 가지면 된다($5\times3=15$).

다음 첫 단의 매 교환기는 중간교환기 매개에 대하여 출구해야 한다. 중간교환기는 2개이며 따라서 첫 단교환기는 2개의 출구를 가진다. 세번째 교환기는 매개 중간교환기

로부터의 입구를 가지게 되며 두개의 중간교환기로부터 입구는 두개이다. 중간교환기는 첫 단의 세개 교환기를 마지막단의 세개 교환기와 접속시키며 따라서 세개 입구와 세개의 출구를 가진다.

다중행로 다계단교환기는 매개 장치쌍련결에 대하여 몇개의 선택을 보장한다. 그림 14-9는 우의 실례에서 설계된 교환기를 리용하여 한 입구에서 한 출구로 통신량이 전송될수 있는 두가지 길을 보여 준다.

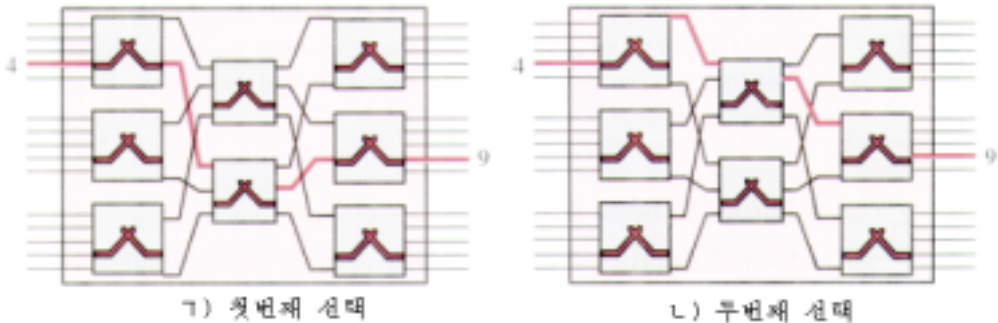



그림 14-9. 교환행로

그림 14-9 ㄱ)에서 행로는 4번 입구선과 9번출구선사이에 확립된다. 이 실례에서 행로는 아래중간교환기와 그것의 중심출구선을 리용하여 9번 선에 접속된 마지막단교환기에 도달한다.

그림 14-9 ㄴ)는 웃쪽 중간교환기를 리용하는 행로를 보여 준다.

15×15 단일 크로스바교환기의 교차점수와 15×15 다계단교환기의 교차점수를 비교해보자. 1단 형식에서는 225개(15×15)이다. 다계단교환기에서는

- 세개의 첫 단 교환기에서 매개가 10개의 점(5×2), 총 30개의 교차점.
- 두번째 두개의 교환기에서 매개가 9개. 총 18개,
- 세번째 단에서 매개가 10개, 총 30개.

이다.

이 다계단교환기의 총 교차점수는 78이다. 이 실례에서 다계단교환기는 단일계단교환기의 35% 교차점을 요구한다.

차단 이러한 절약에서는 비용문제가 제기된다. 이 교차점의 감소는 다량의 통신량이 있는 기간에 차단현상을 일으킨다. 차단이란 그사이에 가능한 경로가 없기때문에 즉 모든 중간교환기가 다 차지되였기때문에 어느 한 입구가 다른 출구에 접속될수 없을 때를 의미한다.

1단교환기에서는 차단이 일어 나지 않는다. 매개 입구-출구조합은 자기의 교차점을 가지고 있기때문에 경로는 항상 있게 된다(두 입구가 한개 출구에 접속하려고 하는 경우는 제외한다). 그러나 우의 실례에서 본 다계단교환기에서 첫 다섯개입구중 2개만이 동시에 교환기를 리용할수 있으며 두번째는 다섯개입구중 2개만이 동시에 교환기를 리용할

수 있다. 중간단에서 작은 출구수는 가능한 련결개수를 더 제한한다.

1만개정도의 입구와 출구를 가진 대규모체계들에서는 요구되는 교차점수를 줄이기 위하여 단들의 개수가 증가될수 있다. 그러나 단이 증가하면 차단도 증가한다. 많은 사람들은 자연재해의 뒤끝에 체계의 보통부하이상으로 친척들을 문의하고 안심시키는 등의 호출때문에 공중전화체계가 차단상태에 들어 가는것을 체험하였다.

이런 경우에 흔히 접속은 불가능하다. 그러나 보통의 환경속에서는 차단이 대체로 문제로 되지 않는다. 어떤 나라들에서는 차단이 일어 나지 않도록 하기 위하여 회선들사이에 몇개의 교환기들을 설치한다. 이 개수는 통계적분석에 기초하여 결정된다.

시분할교환기

시분할교환은 시분할다중화를 리용한다. 시분할다중화에서는 시간-슬로트교환과 TDM모선교환의 두가지 방법이 리용된다 .

시간-슬로트교환(TSI)

그림 14-10은 4개 입구회선을 4개 출구회선에 접속하는 체계를 보여 준다. 매개 입구는 다음의 모양대로 출구에 자료를 보내려고 한다고 하자.

1→3　　2→4　　3→1　　4→2

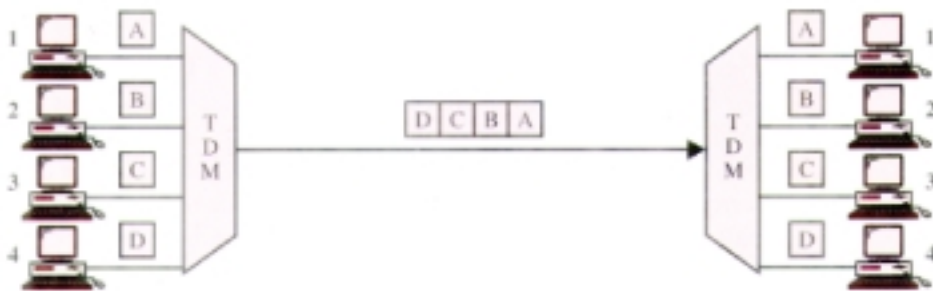
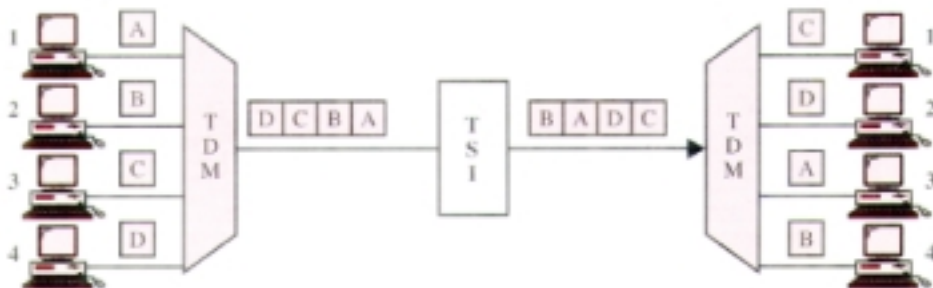



그림 14-10. TSI가 없는것과 있는 경우의 시분할다중화

그림 14-10 ㄱ)는 보통의 시분할다중화결과를 보여 준다. 보는바와 같이 바라는 파제는 달성되지 못한다. 자료는 입구에서와 같은 순서로 출구된다. 자료는 1에서 1로, 2에서 2로, 3에서 3으로, 4에서 4로 간다.

그림 14-10 ㄴ)에서는 련결고리에 시간-슬로트교환(TSI)이라는 장치를 삽입하였다. TSI는 슬로트들의 순서를 요구되는 접속에 기초하여 변화시킨다. 이 경우에 자료순서는 A, B, C, D로부터 C, D, A, B로 변한다. 이제는 역다중화기가 슬로트들을 분리시킬 때 자기 순서로 출구된다.

TSI가 어떻게 동작하는가를 그림 14-11에 보여 준다. TSI는 RAM으로 구성된다. 매개 기억의 크기는 단일시간슬로트의 크기와 같다. 기억기개수는 입구개수와 같다(대부분 입구수와 출구수는 같다.). RAM은 시간슬로트들로부터 자료를 수신순서로 기억시킨다. 그다음 슬로트들은 조종장치의 판단에 따라 필요한 순서로 출구된다.

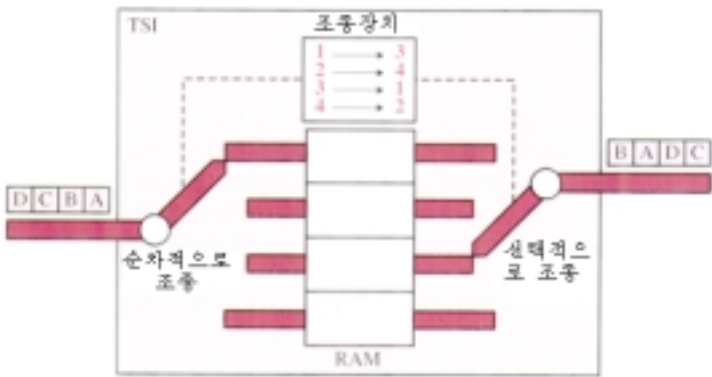



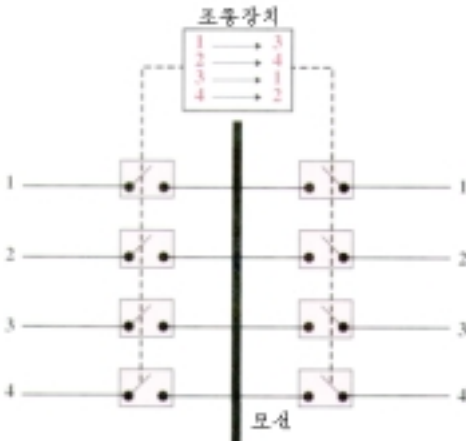
그림 14-11. 시간-슬로트교환

TDM모선

그림 14-12. TDM모선

그림 14-12는 TDM모선의 가장 단순한 형태를 보여 준다. 입구와 출구회선들은 입출구문(극소형문회로)을 통하여 고속모선에 접속된다. 매개 입구문은 4개 시간슬로트중 한번 닫긴다. 같은 시간슬로트기간에 한개의 출구문만이 닫긴다. 이 문회로쌍은 버스트인 자료가 모선을 통하여 한 입구회선에서 다른 출구회선으로 전송될수 있게 한다. 조종장치는 교환요구에 따라 문회로들을 열고 닫고 한다. 실례로 이 그림에서 첫번째 시간슬로트에서 입구문 1과 출구문 3이 닫기고 두번째 시간슬로트에서 입구문 2와 출구문 4가 닫기는 식으로 진행된다.

2중방식회선과 2중문회로로서 접힘 TDM모선이 구성될수 있다.

공간 및 시분할교환의 배합

공간분할과 시분할교환을 비교할 때 몇가지 흥미있는 사실을 알게 된다.

공간분할교환의 우점은 그것이 즉시적인것이다. 결함은 차단현상을 일으키는 교차점의 수이다.

시분할교환의 우점은 교차점을 요구하지 않는것이다. 결함은 TSI의 경우에 매개 접속처리에 지연이 생기는것이다. 매개 시간슬로트는 RAM에 기억되였다가 재생되여 통과된다.

세번째 선택으로써 공간분할과 시간분할기술을 배합하여 두가지 좋은점을 다 취한다. 두개를 배합하면 물리적으로(교차점수)나 시간적으로(지연량) 다 최량인 교환기로 될수 있다. 이런 류의 다계단교환기는 시간-공간-시간(TST), 시간-공간-공간-시간(TSST), 공간-시간-시간-공간(STTS)과 또는 기타 가능한 배합으로 설계될수 있다. 그림 14-13은 두개의 시간단과 한개의 공간단으로 이루어 진 12개입구와 12개 출구를 가진 단순한 TST교환기를 보여 준다. 하나의 시분할교환기 대신에 입구를 세개의 그룹으로 나누고(매개에 4개씩) 그것들을 세개의 시간-슬로트교환과 련결시킨다. 이로하여 평균지연은 12개 입구를 모두 취급하는 단일 TSI를 리용할 때보다 1/3로 된다.

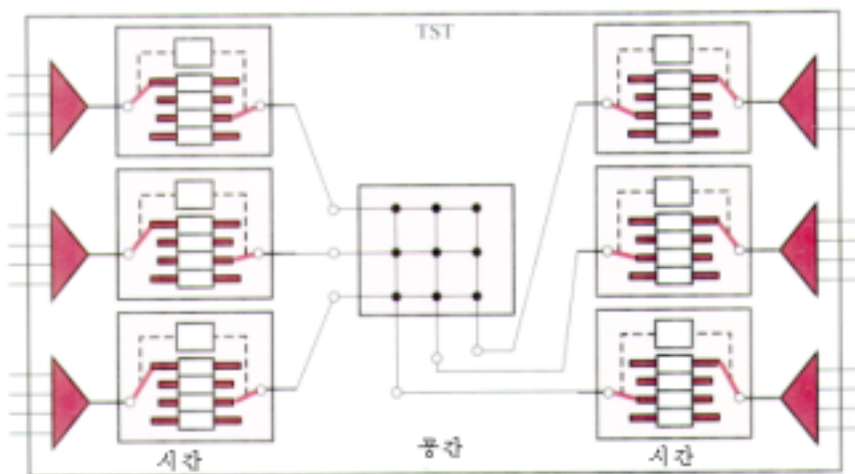



그림 14-13. TST교환기

마지막단은 첫 단과 대칭이다. 중간단은 공간분할교환기(크로스바)로서 TSI 그룹을 접속하여 가능한 모든 입구-출구 쌍들사이의 접속을 보장한다(실례로 첫 그룹의 3번입구를 두번째 그룹의 7번출구에 접속시키는것).

공중교환전화망(PSTN)

회선교환전화망의 한 실례는 북아메리카의 공중교환전화망(PSTN)이다. 교환국들은 5개 부류로 조직된다. 즉 지역국(1부류), 구간국(2부류), 1차국(3부류), 시외국(4부류), 종단국(5부류).

그림 14-14는 이 국들사이의 계층구조관계를 보여 준다.

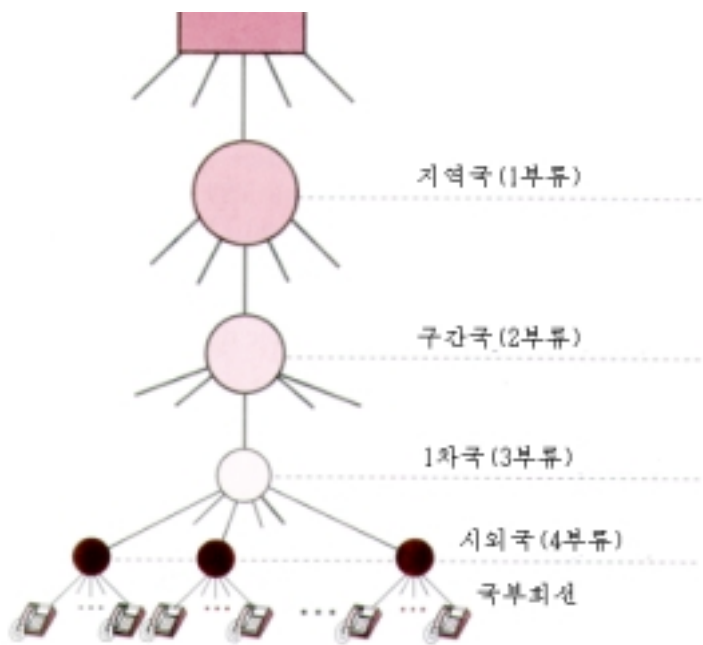



그림 14-14. PSTN계층구조

가입자전화는 국부회선으로 단국(또는 중심국)에 련결된다. 작은 도시는 단국을 한개 가질수 있으며 큰 도시는 몇개의 단국을 가질것이다. 많은 단국들은 한개의 시외국에 접속된다. 몇개의 시외국이 1차국에 련결된다. 몇개의 1차국은 구간국에 련결되며 보통 한개 주를 봉사한다. 마지막으로 몇개의 구간국이 지역국에 련결된다. 모든 지역국들은 그물위상구조로 접속된다.

단국에서 교환국에 접근하는것은 번호돌리기를 통하여 실현된다.

지난 시기는 전화기들이 회전 또는 임풀스번호돌리기를 리용하였다. 여기서 수자신호는 번호가 눌리울 때마다 단국으로 송신된다. 이런 형태의 번호판은 번호호출과정에 사람의 비일관성으로 하여 오유가 쉽게 생긴다.

그림 14-15. 다치기-음조번호판

오늘날의 번호돌리기는 다치기-음조기술로서 실현된다. 이 방법에서는 수자신호를 보내는 대신 사용자가 2중음조라고 하는 두개의 작은 상사신호버스트를 보낸다. 그 신호의 주파수는 누름판의 행과 렬에 의존한다.

그림 14-15는 12누름판 다치기-음조 번호판체계를 보여 준다. 한개의 추가렬을 포함한것도 있는데(16-다치기-음조) 특정한 목적에 리용된다.

그림 14-15에서 실례로 사용자가 8번을 누르면 852Hz와 1,336Hz의 두개 버스트가 단국에 송신된다.

14. 2. 파케트교환

회선교환은 음성통신을 위하여 설계되였다. 실례로 전화대화에서 일단 회로가 확립되면 대화기간동안 계속 유지된다. 회선교환은 일시적이거나 영구적인(임대) 전용련결고리를 창조하며 그것은 이러한 통신형식에 아주 적합하다.

회선교환은 자료나 기타 비음성전송에는 적당치 못하다. 비음성전송은 버스트적인것이며 자료가 띠염띠염 분출형태로 나온다. 그러므로 회선교환련결고리가 자료전송에 리용된다면 그 회선은 자주 휴식상태에 놓이며 그 설비는 랑비적인것으로 된다.

회선교환접속이 자료전송에 대해서 두번째로, 제기되는 문제는 자료속도이다. 회선교환련결은 두개 장치사이의 등가적인 단일케블을 창조하며 따라서 두 장치에 대하여 같은 자료속도를 가정한다. 이 가정은 각이한 수자장치를 호상 결합한 망에 대하여 회선교환접속의 유연성과 유용성을 제한한다.

셋째로, 회선교환은 유연하지 못하다. 회로가 일단 확립되면 그 회로는 가장 효과적이든가 가장 가능하든가에 관계없이 모든 전송이 끝날 때까지 유지된다.

마지막으로 회선교환은 모든 전송을 동등하게 본다. 어떤 련결고리든지 관계없이 요구가 제기된다. 그러나 자료전송에서는 우선권을 부여하려고 한다. 실례로 전송 X는 아무때나 해도 좋지만 전송 Z는 시간에 의존하며 즉시에 진행되여야 한다.

그림 14−16. 파케트교환방법

자료전송을 위하여 보다 좋은 방법은 파케트교환이다. 파케트교환망에서 자료는 파케트라고 하는 가변길이 블로크들의 개별적인 단위로 전송된다. 파케트의 최대길이는 망에서 확립한다. 보다 긴 송신은 여러개의 파케트로 분할된다. 매개 파케트는 자료뿐아니라 조종정보(우선권부호 원천 및 목적지주소 등)를 가진 머리부도 포함한다. 파케트들은 망마디점을 지나서 마디점으로 송신된다. 매개 마디에서 파케트는 저축되였다가 그 머리부의 정보에 따라서 경로조종된다.

파케트교환에는 두가지 일반적인 방법이 있다. 즉 데타그람과 가상회선(그림 14−16)이다.

데타그람방법

데타그람파케트교환방법에서 매개 파케트는 각기 독립적으로 취급된다. 파케트가 다중 파케트전송의 한 쪼각을 표시한다 해도 망은 그것을 독립적인것으로 취급한다. 이런 기술에서 파케트를 데타그람이라고 한다.

그림 14−17은 데타그람방법이 어떻게 리용되여 4개의 파케트를 A에서 X로 전달하는가를 보여 준다. 이 실례에서 모든 4개 파케트(또는 데타그람)는 같은 통보에 속하지만 각이한 경로를 따라서 목적지에 도달할수 있다.

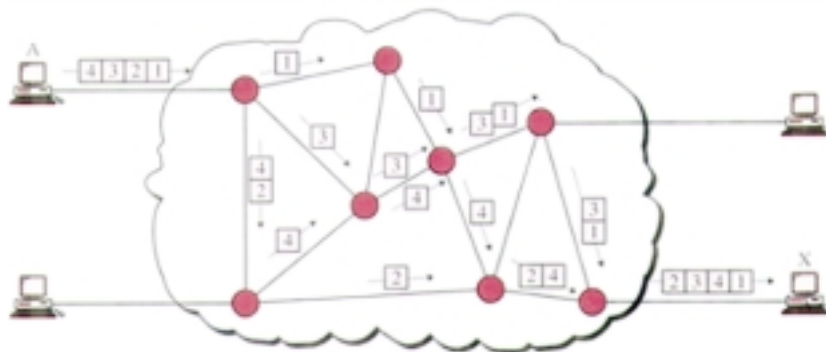



그림 14−17. 데타그람방법

이 방법은 전송데타그람이 목적지에 헛갈린 순서로 도착하게 할수 있다. 데타그람을 목적지포구에 보내기전에 순서정돈하는것은 대부분규약에서 전송층이 담당한다.

매개 마디쌍을 결합하는 련결은 많은 통로를 포함할수 있다. 이 매개 통로들은 여러개 원천 또는 한개 원천으로부터 데타그람을 나를수 있다.

TDM이나 FDM을 리용하는 다중화가 실시될수 있다(그림 14-18).

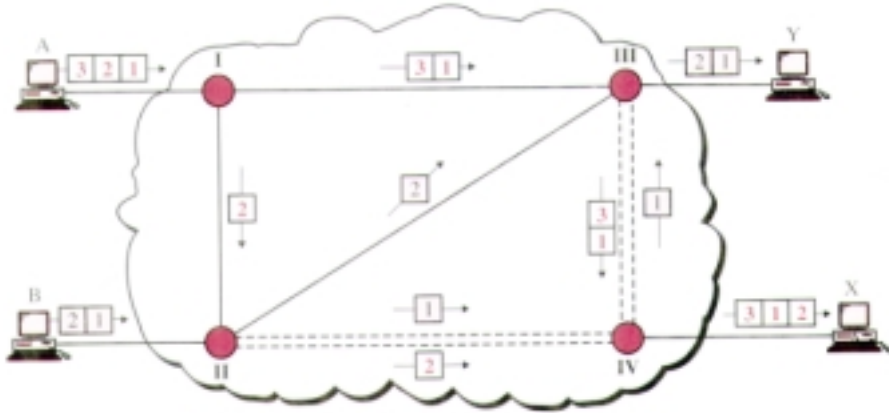



그림 14-18. 데타그람방법에서 다중통로

그림 14-18에서 장치 A와 B는 X와 Y에 데타그람을 보내고 있다. 어떤 경로들은 한개 통로를 리용하며 다른것들은 여러개를 리용할수 있다. 보는바와 같이 밑에 있는 련결고리는 서로 다른 원천으로부터의 두 파케트를 같은 방향으로 나르고 있다. 그러나 오른쪽련결고리는 두 방향으로 나르고 있다.

가상회선방법

가상회선파케트교환방법에서 한개 통보 또는 대화에 속하는 모든 파케트들사이의 관계는 보존된다. 대화가 시작될 때 송신기와 수신기사이에 한개 경로가 설정된다. 자료가 송신될 때 모든 파케트들은 그 경로를 따라서 차례로 전송된다.

오늘 가상회선전송은 두가지 형식으로 실현된다. 즉 가상회선교환(SVC)과 영구가상회선(PVC)이다.

SVC

가상회선교환(SVC)형식은 개념적으로 회선교환에서 번호화회선과 비교해 볼수 있다. 이 방법에서 가상회선은 필요하다면 언제나 창조되며 특정의 교환기간동안만 존재한다. 실례로 국 A가 X에게 4개의 파케트를 보내려고 한다고 하자. 먼저 A는 X에로의 접속을 확립한다. 접속이 일단 실현되면 파케트들은 순서대로 송신된다. 마지막파케트가 수신될 때 그리고 필요하다면 확인될 때 접속은 개방되며 가상회선은 존재를 마친다(그림 14-19). 망이 고장이나 혼잡에 대응하여 다른 경로를 취할수는 있는데 단일경로는 전송기간동안 존재한다.

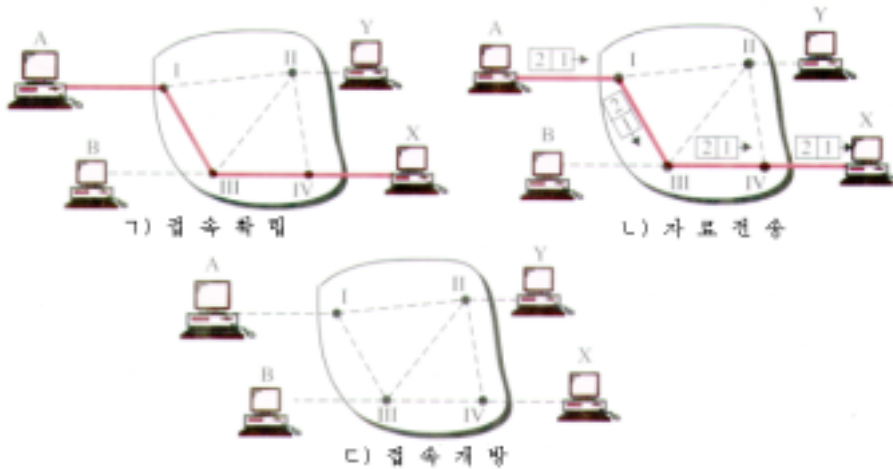



그림 14-19. 가상회선교환(SVC)

A가 X와 통신하려고 할 때마다 새로운 경로가 확립된다. 그 경로는 매번 같을수도 있고 망조건변화에 따라 다를수도 있다.

PVC

영구가상회선(PVC)은 회선교환에서 임대회선과 비교된다. 이 방법에서는 두 사용자사이에 계속 같은 가상회선이 보장된다. 그 회로는 특정의 사용자에게 전용으로 된다. 다른 사용자는 그것을 리용할수 없으며 그것은 항상 설치되여 있으므로 접속확립이나 종결이 없이 리용될수 있다. 즉 SVC사용자는 접속을 요구할 때마다 각이한 경로를 얻을수 있는 반면에 PVC 사용자들은 항상 같은 경로를 얻는다(그림 14-20).

그림 14-20. 영구가상회선(PVC)

가상회선접속과 회선교환접속

회선교환접속과 가상회선접속이 같은것 같기는 하지만 서로 다르다.

행로와 경로 회선교환접속은 두 점사이에 행로를 창조한다. 이 물리적행로는 번호화기간동안(번호회선) 또는 임대기간(임대회선)교환기를 설정함으로써 창조된다. 가상회선접

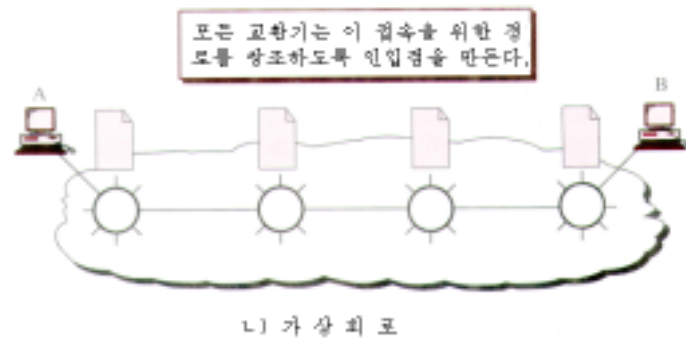
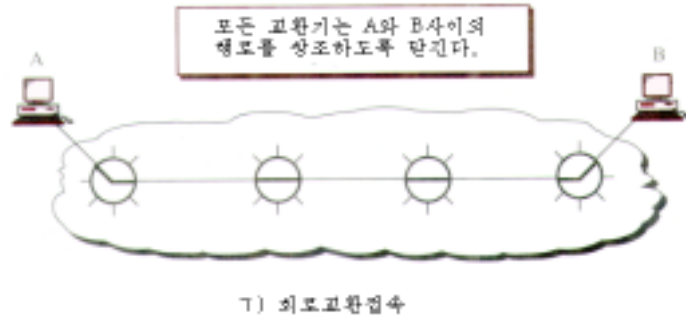



그림 14–21. 행로와 경로

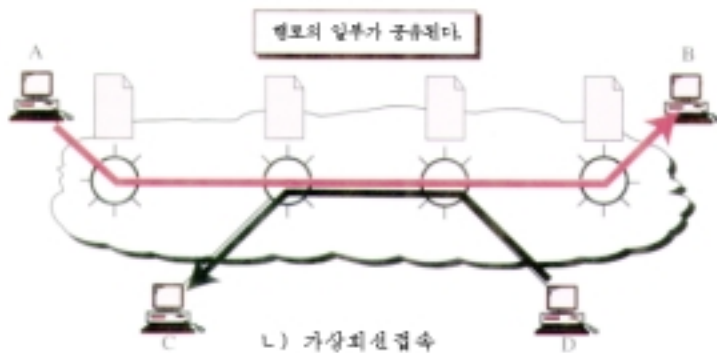
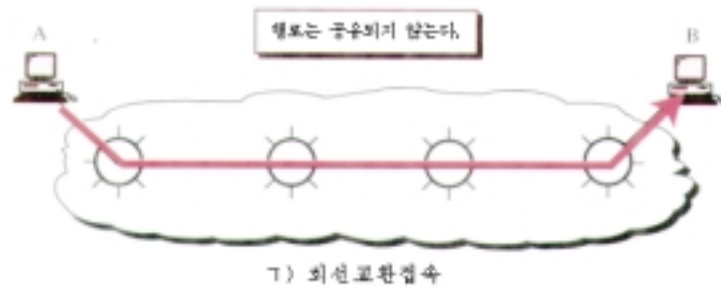



그림 14–22. 전용과 공유

속은 두 점사이의 경로를 창조한다. 이것은 매개 교환기가 경로표에 대화기간동안(SVC) 또는 임대기간(PVC) 어떤 인입점을 창조한다는것을 의미한다(21장을 참고).

교환기는 가상접속에 속하는 파케트를 수신하면 언제나 대응하는 인입점에 대하여 표를 검사하고 그것을 대면부들중의 하나로 경로를 잡아 준다. 그림 14-21은 이 차이를 보여 준다.

전용과 공유 회선교환접속에서 행로를 만드는 련결고리는 전용이며 다른접속들에 리용되지 않는다. 가상회선접속에서 경로를 만드는 련결고리는 다른 접속들이 공유할수 있다. 그림 14-22는 이 차이를 보여 준다.

14. 3. 통보문교환

통보문교환은 설명적인 술어 《저축-전송》으로 알려 졌다. 이 방식에서 마디(보통 여러개의 디스크를 가진 전용콤퓨터)는 통보를 수신하고 보관하였다가 적당한 경로가 자유로울 때 그것을 따라 송신한다.

저축-전송은 송신기와 수신기사이에 직접적인 전송고리가 없기때문에 교환기술로 고찰된다. 통보는 하나의 행로를 따라 마디에 전달되며 다시 목적지까지 또 다른 경로를 따라 전송된다.

통보문교환에서 통보는 저축되고 2차기억(디스크)으로부터 중계되며 파케트교환에서는 파케트가 저축되고 1차기억(RAM)으로부터 전송된다는것을 주목하여야 한다.

통보문교환은 1960년대와 1970년대에 일반적이였다. 초기리용은 비지능적인 장치들에 대한 고준위망봉사(실례로 지연전달, 방송)를 보장하게 되였다. 이러한 장치들은 교체되였기때문에 이런 교환형식은 사실상 없어 졌다. 또한 이 과정에 고유한 지연과 매개 마디에서의 대용량기억매체에 대한 요구는 직접 통신에는 통속적으로 되지 못한다(그림 14-23).

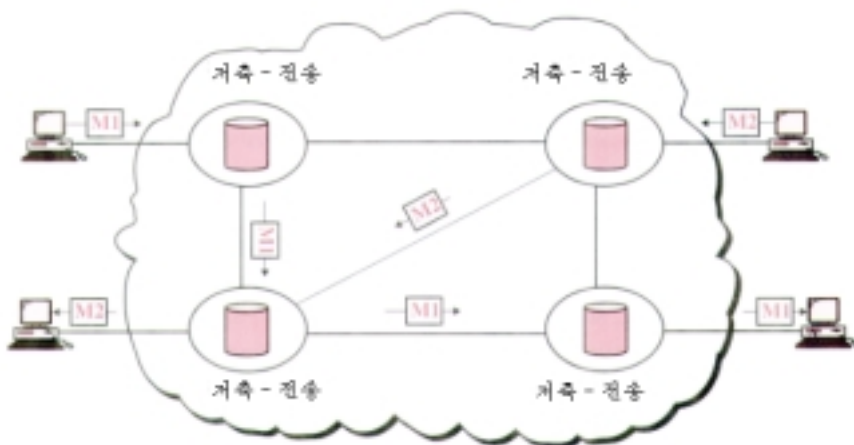



그림 14-23. 통보문교환

14. 4. 실마리어

가상회선
가상회선파케트교환방법
경로
공간분할교환
공중교환전화망(PSTN)
교차점
가상회선교환
교환기
국부회선
다계단교환기
다치기음조변호돌리기
데타그람
데타그람파케트교환방법
시간-슬로트교환(TSI)
시분할교환
선차단
저축-전송
점대점접속
크로스바교환기
통보문교환
파케트
파케트교환
파케트교환망
행로
회선교환
영구가상회선(PVC)
TDM모선

14. 5. 요약

- 교환은 여러 통신장치들이 서로 효과적으로 접속되는 방법이다.
- 교환기는 장치들을 일시적으로 련결시키는 중간하드웨어 또는 쏘프트웨어이다.
- 세가지 기본교환방법이 있다. 즉 회선교환, 파케트교환, 통보문교환.
- 회선교환에서 한 장치로부터의 파케트는 목적지까지 전용련결고리를 따라 전송된다. 공간분할 및 시간분할교환이 리용될수 있다.
- 공간분할교환에서 한 장치로부터 다른 장치까지의 행로는 다른 행로와 공간적으로 분리된다.
- 크로스바는 가장 일반적인 공간분할교환기이다. n개의 입구를 m개의 출구에 $n \times m$개 교차점을 통하여 접속시킨다.
- 다계단교환기는 요구되는 교차점을 감소시킬수 있다. 그러나 차단현상이 생길수 있다.
- 차단은 매개 입구가 모든 출구에로의 자기 행로를 가지지 못할 때 발생한다.
- 시간분할교환기에서 입구들은 TDM을 리용하여 시간적으로 분할된다. 조종장치는 입구를 정확한 출구장치에 보낸다.
- 시간-슬로트교환과 TDM모선은 시분할교환기의 두가지 실례이다.
- 공간 및 시간분할교환기는 배합될수 있다.
- PSTN은 회선교환망의 실례이다.
- 파케트교환은 일반적으로 비음성통신의 경우에 회선교환보다 더 효과적이다.
- 파케트교환에 두가지 방법이 있다. 데타그람법과 가상회선법.

- 데타그람방법에서 매개 파케트(데타그람)는 다른 모든 파케트들과 독립적으로 취급된다.
- 가상회선방법에서 통보나 대화의 모든 파케트는 꼭 같은 경로를 따라 간다. 가상회선파케트교환은 두가지 형식으로 실현된다. 가상회선교환(SVC)과 영구가상회선(PVC).
- 통보문교환에서(저축-전송으로 알려 짐) 마디는 통보를 수신하고 저축하며 다시 송신한다.
- 회선교환에서 통보의 매개 토막들은 전용행로를 따른다. 가상회선파케트교환방법에서는 매 토막이 창조된 경로를 따른다. 그 련결고리는 다른 접속들이 공유할수도 있다.

14. 6. 련습

복습문제

1. 회선교환과 가상회선교환중 어느것이 더 효과적인가? 왜그런가?
2. 교환의 개념을 장치들을 접속시킬 때 생긴 문제와 련관시켜서 설명하시오.
3. 세가지 교환방법은 무엇인가?
4. 회선교환에서 두가지 형식을 말하시오.
5. 크로스바교환기에서 교차점은 무엇인가?
6. 크로스바교환기에서 제한인자는 무엇인가? 다계단교환기는 걸린 문제를 어떻게 완화시키는가?
7. 차단이 크로스바교환기에 관계가 있는가?
8. 차단이 다계단교환기에 관계가 있는가?
9. 공간분할교환기의 구조를 시분할교환기와 비교하시오.
10. 시분할교환기에서 리용되는 두가지 기술을 말해 보시오.
11. TSI와 TDM모선을 비교하시오.
12. TSI와 TDM모선에서 조종장치의 기능은 무엇인가?
13. 공간분할교환은 시분할교환에 비하여 어떻게 우월한가?
14. 시분할교환은 공간분할교환에 비하여 어떻게 우월한가?
15. PSTN의 다섯가지 국을 말하시오.
16. 회선교환은 왜 비음성자료전송에 대하여 비효률적인가?
17. 회선교환과 파케트교환사이의 기본차이점은 무엇인가?
18 두가지 기본파케트교환방법은 무엇인가?
19. 통보는 세개 토막으로 분리된다. 데타그람파케트교환방법을 리용하는 파케트전송을 고찰하시오.

20. 통보는 세개 토막으로 분리된다. 영구가상회선을 리용하는 파케트전송을 고찰하시오.
21. 통보는 세개 토막으로 분리된다. 가상회선교환을 리용하는 파케트전송을 고찰하시오.
22. 통보문교환은 왜 다른 교환방법들로 바뀌웠는가?

선택문제

23. 어떤 형식의 교환이 전용회선의 전체 능력을 리용하는가?
   ㄱ) 회선교환
   ㄴ) 데타그람파케트교환
   ㄷ) 가상회선파케트교환
   ㄹ) 통보문교환
24. ____은 n개 입구와 m개 출구를 접속하는 장치이다.
   ㄱ) 교차점
   ㄴ) 크로스바
   ㄷ) modem
   ㄹ) RAM
25. 어떤 형태의 교환에서 통보의 모든 데타그람이 같은 통보를 따르는가?
   ㄱ) 회선교환
   ㄴ) 데타그람파케트
   ㄷ) 가상회선파케트교환
   ㄹ) 통보문교환
26. 40개 입구와 50개 출구를 가진 단일계단교환기에 얼마나 많은 교차점이 필요한가?
   ㄱ) 40
   ㄴ) 56
   ㄷ) 90
   ㄹ) 2,000
27. 1,000개의 교차점이 있는 크로스바에서 임의의 순간에 통계적으로 몇개나 리용중에 있는가?
   ㄱ) 100
   ㄴ) 250

ㄷ) 500

ㄹ) 1,000

28. TSI의 ___은 RAM에 기억된 슬로트값들의 전송순서를 조종한다.

ㄱ) 크로스바

ㄴ) 교차점

ㄷ) 조종장치

ㄹ) 송수신기

29. ____회선교환에서 자료전송은 자료가 RAM에 기억되였다가 재생되여야 하기때문에 지연된다.

ㄱ) 공간분할

ㄴ) 시간분할

ㄷ) 가상

ㄹ) 파케트

30. ____에서 통보의 매개 파케트는 송신기로부터 수신기까지 같은 행로를 따를 필요가 없다.

ㄱ) 회선교환

ㄴ) 통보문교환

ㄷ) 가상파케트교환방법

ㄹ) 데타그람파케트교환방법

31. ____에서 통보의 매개 파케트는 송신기로부터 수신기까지 같은 행로를 따른다.

ㄱ) 회선교환

ㄴ) 통보문교환

ㄷ) 가상파케트교환방법

32. 가상회선교환은 _____을 포함한다.

ㄱ) 접속확립

ㄴ) 자료전송

ㄷ) 접속개방

ㄹ) 이 모든것

33. 영구가상회선은 _____을 포함한다.

ㄱ) 접속확립

ㄴ) 자료전송

ㄷ) 접속개방

ㄹ) 이 모든것

34. ___를 창조하기 위하여 크로스바교환기를 여러 단 조합하시오.
ㄱ) 다계단교환기
ㄴ) 교차점
ㄷ) 파케트교환
ㄹ) TSI

35. 다음중 어느것이 시분할교환기인가?
ㄱ) TSI
ㄴ) TDM모선
ㄷ) 교차점
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

36. 시분할교환기에서 ___는 RAM에 기억된 파케트의 목적지를 감시한다.
ㄱ) TDM모선
ㄴ) 교차점
ㄷ) 크로스바
ㄹ) 조종장치

37. PSTN은 ____망의 한 실례이다.
ㄱ) 파케트교환
ㄴ) 회선교환
ㄷ) 통보문교환
ㄹ) 이중에 없음

련습문제

38. 크로스바교환기를 리용하여 1,000개의 전화를 접속하자면 몇개의 교차점이 필요한가?
39. 그림 14-24에 필요한 교차점개수를 구하시오.

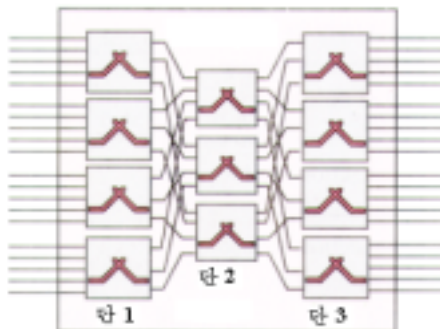



그림 14-24. 문제 39, 40, 42, 43

40. 그림 14-24에서 한개의 크로스바교환기를 리용한다면 몇개의 교차점이 필요한가?
41. 문제 39과 40의 경우에 한 단대신 세 단을 리용하면 효률이 얼마나 개선되는가?
42. 그림 14-24에서 첫 단교환기에 접속된 몇개의 사용자가 동시에 체계에 접근할수 있는가? 총 몇개의 사용자가 전체 체계에 접근할수 있는가? 첫번째와 두번째 대답사이에 어떤 관계가 있는가? 두번째 답이 첫번째 답으로부터 얻어 진다고 말할수 있는가?
43. 그림 14-24에서 두번째 단을 더 늘여서 차단문제를 완화시킬수 있는가?
44. 그림 14-25의 세단교환기들중 어느것이 차단에 관하여 더 성능이 좋은가? 그것을 증명하시오. 두번째 교환기들에 대한 입구/출구 접속수를 구하시오.
45. 3단교환기에서 입구/출구회선수(N), 첫 단과 세번째 단교환기수(K), 두번째 단교환기수(L)에 관하여 교차점수(n)를 구하는 공식을 쓰시오.
46. 그림 14-12에서 입구회선이 A, B, C, D를 수신하면 출구회선으로 어떻게 나가는가?
47. 4개 회선을 가진 접힘TDM모선을 설계하시오.
48. 48개 입구와 48개 출구를 가진 TSST교환기를 설계하시오. 입구다중기들은 4×1, 출구다중기는 1×4로 한다.

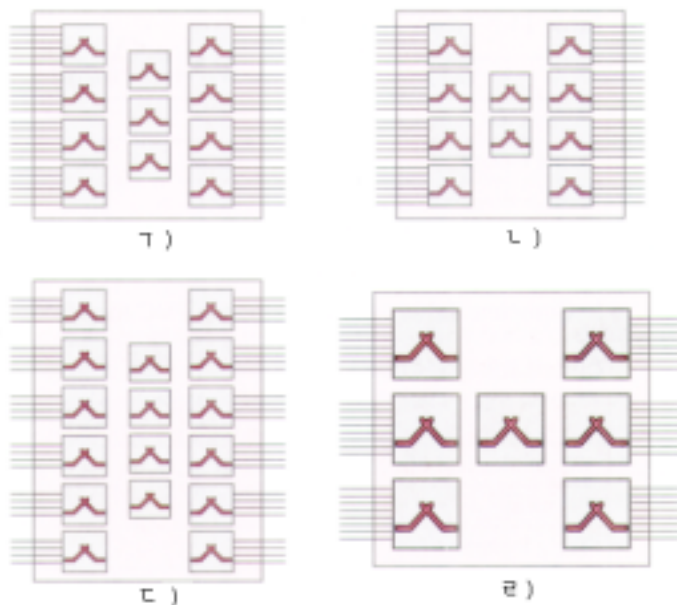



그림 14-25. 문제 44

49. 입구 10, 출구 10인 STS교환기를 설계하시오. 첫단교환기는 5×2, 종단교환기는 2×5로 하시오.

50. 다치기-음조전화를 리용하여 864-8902 번호를 돌릴 때 보내지는 신호주파수순차를 쓰시오.

51. 회선교환망과 파케트교환망을 비교하는 표 14-1을 완성하시오.

표 14-1 문제 51

항목	회로교환	파케트교환
전용회선		
저축-전송		
접속확립의 필요성		
경로조종표		
지연		

52. 파케트교환망의 데타그람방법과 가상회선방법을 비교하는 표 14-2를 완성하시오.

표 14-2 문제 52

항목	데타그람	가상회선
모든 파케트는 같은 경로를 따른다.		
표탐색		
접속확립		
파케트는 순서없이 도착한다.		

53. PVC와 SVC접속을 비교하는 표 14-3을 완성하시오.

표 14-3 문제 53

항 목	*PVC*	*SVC*
접속과 분리		
지 불		
표 탐 색		
표에서 인입점의 지속		

제15장. 점대점규약(PPP)

오늘 수백만의 인터네트사용자들은 자기의 가정콤퓨터를 인테네트제공자의 콤퓨터에 접속하여 인터네트에 접근하려고 한다. 국내에서의 콤퓨터접속을 요구하며 인터네트를 리용하지 않으려고 하는 사람들도 많다. 이러한 사용자들의 대부분이 번호화 또는 임대전화회선을 가지고 있다. 전화회선은 물리적련결고리를 보장하기는 하지만 자료전송을 조종하고 관리하지는 못하며 점대점련결규약이 필요하다. 그림 15-1은 물리적인 점대점접속을 보여 준다.

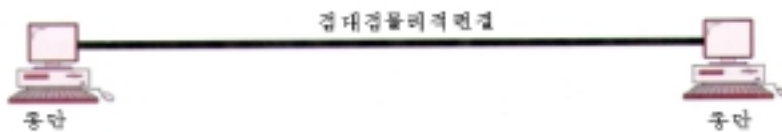



그림 15-1. 점대점련결

이 목적을 위하여 처음으로 창안된 규약이 직렬회선인터네트규약(SLIP)이다. 그러나 SLIP는 몇가지 부족점이 있다. 그것은 다른 인터네트규약(IP)을 지원하지 못하며 IP주소가 동적으로 할당되지 못하게 하며 사용자인증을 지원하지 못한다. 점대점규약(PPP)은 이러한 결함에 대처하여 설계된 규약이다.

15. 1. 이행상태

PPP접속진행의 여러 경우는 그림 15-2에 보여 준바와 같이 이행상태를 리용하여 서술할수 있다.

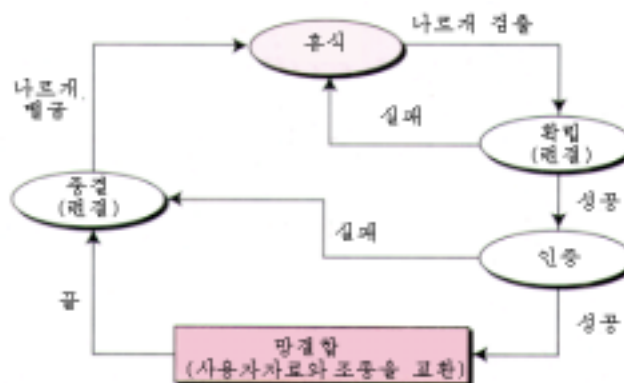



그림 15-2. 이행상태

휴식상태 휴식상태는 련결고리가 리용되지 않고 있다는것을 의미한다. 어떤 능동나르개도 없으며 회선은 비여 있다.

확립상태 어느 한 끌점이 통신을 시작할 때 접속은 확립상태에 들어 간다. 이 상태에서는 두 부분사이에서 선택이 교섭된다. 교섭이 성과적으로 되면 체계는 인증상태로 넘어 가거나(인증이 요구된다면) 직접 망결합상태에 들어 간다. 앞에서 고찰한바와 같이 LCP 파케트들은 이 목적을 위하여 리용된다. 이 상태에서 몇개의 파케트가 교환될수 있다.

인증상태 인증상태는 선택적이다. 두 끌점은 확립상태에서 이 단계를 걸치지 않도록 결정할수도 있다. 그러나 인증상태를 걸친다면 후에 고찰하는 몇개의 인증파케트를 보낸다. 결과가 성과적이면 접속은 망결합상태로 넘어가며 아니면 종결상태로 넘어 간다.

망결합상태 망결합상태는 이행상태의 중요부분이다. 접속이 이 상태에 이르면 사용자조종 및 자료파케트교환이 시작된다. 이 상태의 접속은 한쪽이 접속을 끌내려고 할 때까지 계속된다.

종결상태 접속이 종결상태에 있을 때 둘사이에는 회선을 정리하고 끌내기 위하여 몇개의 파케트들이 교환된다.

15.2. PPP층들

그림 15-3은 PPP층을 보여 준다. PPP는 물리층과 자료련결층만을 가진다. 이것은 PPP봉사를 리용하려고 하는 규약이 다른 층들(망층, 전송층 등)을 가져야 한다는것을 의미한다.

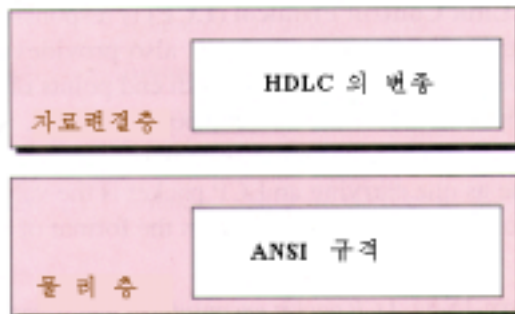



그림 15-3. PPP층들

PPP는 오직 물리층과 자료련결층에서만 동작한다.

물리층

PPP에서는 물리층에 대한 어떤 일정한 규약이 정의되지 않는다. 대신에 실현자가 가능한껏 리용할수 있게 한다. PPP는 ANSI에서 인정된 임의의 규약을 지원한다.

자료련결층

자료련결층에서 PPP는 HDLC의 변종을 채용한다. 그림 15-4는 PPP프레임형식을 보여 준다.

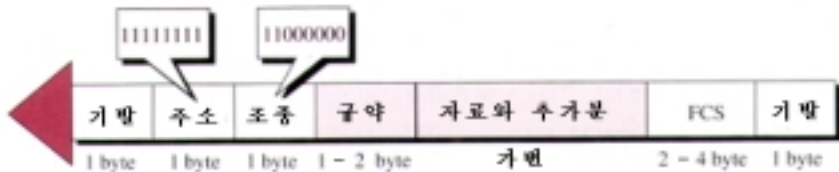



그림 15-4. PPP프레임

마당에 대한 서술은 다음과 같다.

- **기발마당** 기발마당은 HDLC에서와 같이 PPP프레임의 경계를 식별한다. 그 값은 01111110이다.
- **주소마당** PPP는 점대점접속을 위하여 리용되기때문에 그것은 HDLC의 방송주소 11111111을 리용한다(규약에서 자료련결주소를 피하기 위하여).
- **조종마당** 조종마당은 HDLC에서의 U프레임형식을 리용한다. 그 값은 11000000이며 프레임이 어떤 순서번호도 포함하지 않으며 흐름 및 오유조종이 없다는것을 보여 준다.
- **규약마당** 규약마당은 자료마당에 무엇이 있는가를 규정한다. 즉 사용자자료인가 다른 정보인가. 이 마당을 좀 상세히 고찰할것이다.
- **자료마당** 이 마당은 사용자자료나 기타 정보를 나른다.
- **FCS** HDLC에서와 같이 프레임검사순서마당은 단지 2byte 또는 4byte CRC이다.

15. 3. 련결조종규약(LCP)

련결조종규약(LCP)은 회선의 확립, 유지, 형식구성, 종결을 담당한다. 또한 두 점사이에 설정하는 교섭구조를 보장한다. 련결고리의 두 끝점들은 선택을 합의하여야 하며 그 다음에 회선이 확립될수 있다.

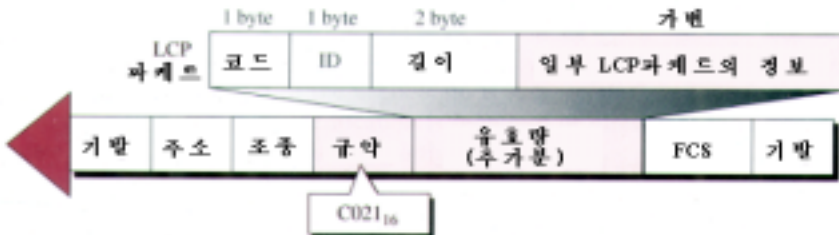



그림 15-5. 프레임에 교갑화된 LCP파케트

모든 LCP파케트들은 PPP프레임의 유효마당에서 전송된다. 규약마당이 CO21H로 설정되면 그 프레임은 한개의 LCP파케트를 나른다고 규정한다. 그림 15-5는 LCP파케트의 형식을 보여 준다.

마당들에 대한 설명은 다음과 같다.

- **부호** 이 마당은 LCP파케트의 형식을 규정한다. 다음 절에서 이 파케트와 그 목적을 고찰한다.
- **ID** 이 마당은 요구를 정합시키는데 리용되는 값을 유지한다. 한쪽 점은 이 마당에 어떤 값을 넣으며 그것은 응답 파케트로 복사될것이다.
- **길이** 이 마당은 전체 LCP파케트의 길이를 정의한다.
- **정보** 이 마당은 몇가지 LCP파케트에 필요한 추가정보를 포함한다.

LCP파케트

표 15-1은 몇가지 파케트들을 렬거한다.

표 15-1 LCP파케트와 그 부호

코드	파케트형식	설 명
01_{16}	구성요구	제안된 선택과 그 값의 목록을 포함
02_{16}	구성확인	제안된 모든 선택을 접수
03_{16}	구성부인	어떤 선택은 접수될수 없음
04_{16}	구성제거	어떤 선택은 인식될수 없음
05_{16}	종결요구	회선차단을 요구
06_{16}	종결확인	회선차단요구를 접수
07_{16}	코드제거	알려지지 않은 코드를 통보
08_{16}	규약제거	알려지지 않은 규약을 통보
09_{16}	반향요구	다른 종단이 동작하는가를 검사하는 통보형태
$0A_{16}$	반향응답	반향요구통보의 응답
$0B_{16}$	버리기요구	파케트제거에 대한 요구

구성파케트

구성파케트는 두 끝점사이에 선택을 교섭하는데 리용된다. 4개의 파케트가 리용된다. 구성-요구, 구성-확인, 구성-부인, 구성-제거.

- **구성-요구** 접속을 시작하려고 하는쪽에서 다른쪽에 선택이 있거나 없는 구성-요구 파케트를 보낸다. 모든 선택들은 한 파케트내에서 교섭되여야 한다.
- **구성-확인** 구성-요구 파케트에 기입된 선택들이 수신측에서 접수된다면 그것은 구성-확인을 보내는데 이것은 요구되는 모든 선택을 반복한다.
- **구성-부인** 구성-요구 파케트의 수신기가 모든 선택을 인정하지만 몇개는 생략되거나 개정되여야 한다는것을 발견하면(값이 변화되여야 한다.) 그것은

송신기에 구성-부인파케트를 보낸다. 그 송신기는 그 선택들을 생략하고 개정하여야 하며 총적으로 새로운 구성-요구파케트를 보낸다.

- **구성-제거** 일부 선택들이 수신쪽에서 인정되지 않는다면 그것은 구성-제거파케트로 응답하며 인정되지 않은 선택들을 표식한다. 요구송신기는 구성-요구통보를 개정하여 새로운것으로서 다시 보내야 한다.

련결종결파케트

이 파케트들은 두 끌점사이의 련결을 분리시키는데 리용된다.

종결-요구 어느 한 쪽이 종결-요구파케트를 보냄으로써 련결을 끌낼수 있다.

종결-확인 종결-요구파케트를 수신한 쪽이 종결-확인파케트로 대답하여야 한다.

련결감시 및 오유수정 파케트

이 파케트들은 련결고리감시와 오유수정에 리용된다.

부호-제거 끌점이 파케트안에 인정되지 않은 부호가 있는것을 수신한다면 부호-제거파케트를 보낸다.

규약-제거 끌점이 프레임안에 인정되지 않은 규약이 있는것을 수신한다면 규약-제거파케트를 보낸다.

반향-요구 이 파케트들은 련결고리를 감시하기 위하여 보낸다. 목적은 련결고리가 자기 기능을 수행하는가를 알아 보는것이다. 송신기는 다른쪽으로부터의 반향-응답 파케트를 기대한다.

반향-응답 이 파케트는 반향-요구에 응답하여 송신된다. 반향-요구파케트마당의 정보가 그대로 중복되며 송신기에로 다시 보내진다.

버림-요구 이것은 순환되풀이검사파케트의 일종이다. 송신기가 자기의 순환되풀이조건을 검사하기 위하여 리용한다. 파케트수신기는 그것을 버린다.

추가선택항목

두 끌점사이에 교섭될수 있는 많은 선택들이 있다. 선택들은 구성파케트의 정보마당에 들어 간다. 표 15-2에 가장 일반적인 선택들을 렬거한다.

표 15-2 일반선택들

선 택	기 정
최대수신단위	1500
인 증 규 약	없 음
규약마당압축	없 음
주소 및 조종마당압축	없 음

1 5. 4. 인 증

PPP는 사용자의 검증을 필요로 하는 번호화련결고리를 통하여 리용하도록 설계되였기때문에 인증은 PPP에서 중요한 역할을 논다.

인증은 자원에 접근하려고 하는 사용자의 신원을 검증하는것을 의미한다.

PPP는 두가지 인증규약을 만들어 냈다. 통과단어인증규약(PAP)과 도전적주고받기인증규약(CHAP)이다.

PAP

통과단어인증규약(PAP)은 두 단계과정으로 된 단순한 인증절차이다.

- 체계에 접근하려고 하는 사용자는 인증식별(보통사용자이름)과 통과단어를 보낸다.
- 체계는 식별과 통과단어의 정당성을 검사하고 접속을 시키든가 거절한다. 보다 더 안정성을 요구하는 체계에 대해서 PAP는 불충분하며 련결고리에 접근한 3자가 쉽게 통과단어를 취하여 체계에 접근할수 있다.

그림 15-6은 PAP의 내용을 보여 준다.

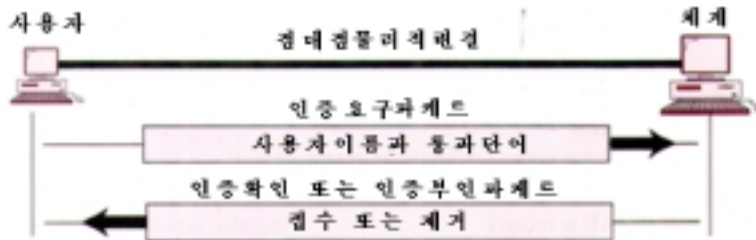



그림 15-6. PAP

PAP 파케트

PAP파케트들은 PPP프레임안에 교갑화된다. PAP파케트와 다른것과의 구별은 규약마당값이 C023H인것이다. 세가지 PAP파케트가 있다. 인증-요구, 인증-확인, 인증-부인. 첫파케트는 사용자가 이름과 통과단어를 보내는데 리용된다. 두번째는 체계가 접근을 허락하는데 리용된다.

세번째는 체계가 접근을 거절하는데 리용된다. 그림 15-7은 세가지 파케트형식을 보여 준다.

CHAP

도전적주고받기인증규약(CHAP)은 세갈래주고받기인증규약으로서 PAP보다 더 안정성을 보장한다. 이 방법에서 통과단어는 비밀로 되며 회선에 송신되지 않는다.

그림 15-7. PAP파케트들

체계는 사용자에게 보통 몇개 바이트로 된 도전값을 포함한 파케트를 보낸다.

사용자는 미리 정해 진 함수를 적용하여 도전값과 사용자통과단어로부터 결과를 창조한다. 사용자는 체계의 응답파케트로서 그 결과를 보낸다.

체계는 사용자의 통과단어(체계에 알려 진)와 도전값에 같은 함수를 적용하여 결과를 창조한다. 그 결과가 응답파케트에서 보낸 결과와 같다면 접근이 보장되며 아니면 포기된다.

CHAP는 PAP보다 안정하며 특히 체계가 도전값을 계속 변화시키는 경우 그러하다. 비록 침입자가 도전값과 그 결과를 알아 낸다 해도 통과단어는 비밀이다. 그림 15-8은 그 사실을 보여 준다.

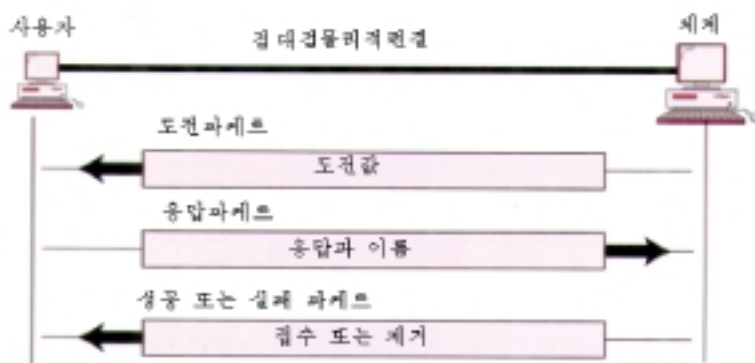



그림 15-8. CHAP

CHAP파케트

CHAP파케트들은 PPP프레임에 교갑화된다. CHAP파케트와 다른 파케트를 구별하는

것은 규약마당값 C223H이다. 4가지 CHAP파케트 즉 도전, 응답, 성공, 실패 등이 있다.

첫번째는 체계가 도전값을 보내는것, 두번째는 사용자가 계산결과를 되돌려 보내는것, 세번째는 체계접근을 허용하는것, 네번째는 체계가 접근을 거절하는것이다. 그림 15-9는 4가지 파케트형식을 보여 준다.

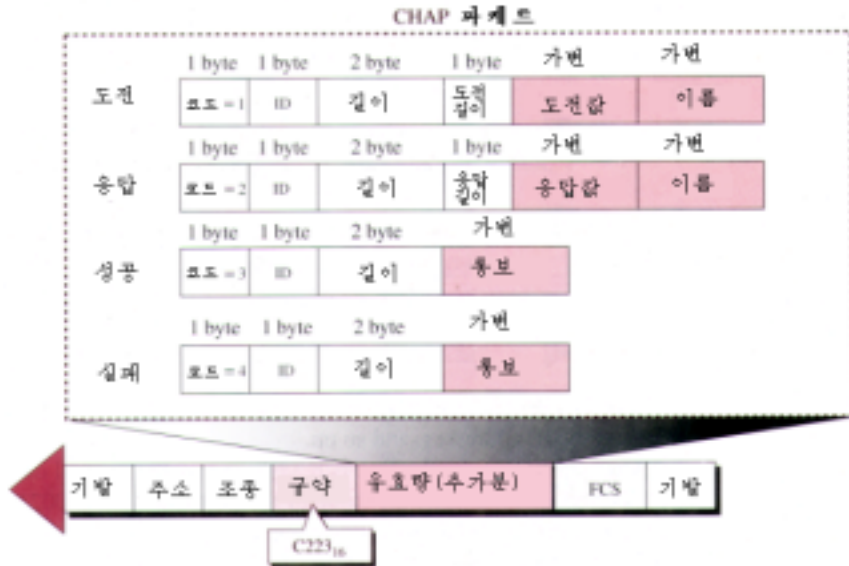



그림 15-9. CHAP파케트

15. 5. 망조종규약(NCP)

련결고리가 확립되고 인증이 성과적이면 접속은 망결합상태로 넘어 간다. 이 상태에서 PPP는 망결합조종규약(NCP)이라고 하는 또 다른 규약을 리용한다. NCP는 망층규약(IP, IPX, AppleTalk 등)에서 자료를 PPP프레임에 교갑화하는 조종규약모임이다.

IPCP

IP파케트를 위한 망층접속를 확립하고 끝내는 파케트묶음을 호상망규약조종규약(IPCP)이라고 한다. IPCP파케트의 형식을 그림 15-10에 주었다. 규약마당값은 8021H로서 그 규약으로 교갑화된 파케트를 IPCP파케트로 정의한다.

IPCP규약에 대하여 정의된 7가지 파케트는 부호값이 구별되는데 표 15-3에서 보여주었다.

한쪽이 구성-요구파케트를 리용하여 다른쪽과 선택들을 교섭하며 IP주소를 설정한다. 그다음 련결고리는 준비되여 PPP프레임의 유효전송량마당에 IP규약자료를 나를수 있다.

이때 규약마당의 값은 0021H이며 IP자료파케트가(IPCP파케트가 아니다.) 련결고리로 전송된다는것을 나타낸다.

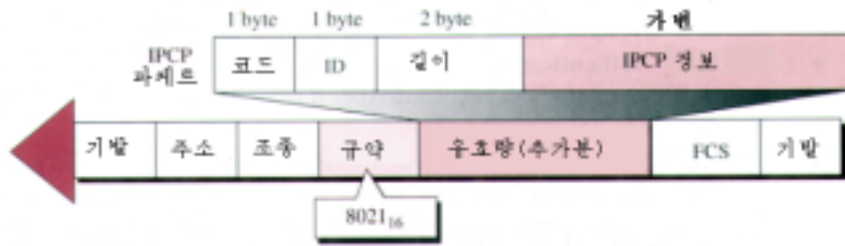



그림 15-10. PPP프레임에 교갑화된 IPCP파케트

표 15-3 IPCP파케트의 부호값

코드	IPCP파케트
01	구성요구
02	구성확인
03	구성부인
04	구성제거
05	종결요구
06	종결확인
07	코드제거

IP가 모든 파케트를 보낸후에 IPCP조종권을 얻어서 종결-요구 및 종결-확인파케트를 리용하여 망접속을 끝낸다.

기타 규약들

다른 규약들은 PPP프레임의 규약마당값으로 정의된 자체의 조종파케트모임을 가지고 있다.

15.6. 실 례

PPP접속이 몇개의 망층파케트를 전달하기 위하여 진행하는 상태들의 실례를 고찰하자. 그림 15-11이 그 단계를 보여 준다.

- **확립** 사용자는 구성-요구파케트를 보내서 련결고리를 확립하기 위하여 선택들을 교섭한다. 사용자는 PAP인증을 요구한다. 사용자가 구성-확인파케트를 수신하면 련결고리확립이 끝난다.
- **인증** 사용자는 인증-요구파케트를 보내는데 거기에 사용자이름과 통과단어를 포함시킨다. 구성확인파케트를 수신하면 인증과정은 끝난다.
- **망결합** 사용자는 구성요구를 보내서 망층활성화를 위한 선택들을 교섭한다. 구성-확인을 수신하면 사용자는 망층자료를 보낼수 있다. 이것은 몇개의 프

레임이 될수 있다. 자료가 다 송신되면 사용자는 종결-요구를 보내서 망층활성화를 끝낸다. 종결-확인을 수신하면 망결합상태는 완료된다. 접속은 종결상태로 넘어 간다.

- **종결** 사용자는 종결-요구파케트를 보내서 련결고리를 끝낸다.

련결고리는 종결-확인파케트를 수신하는것으로 끝난다.

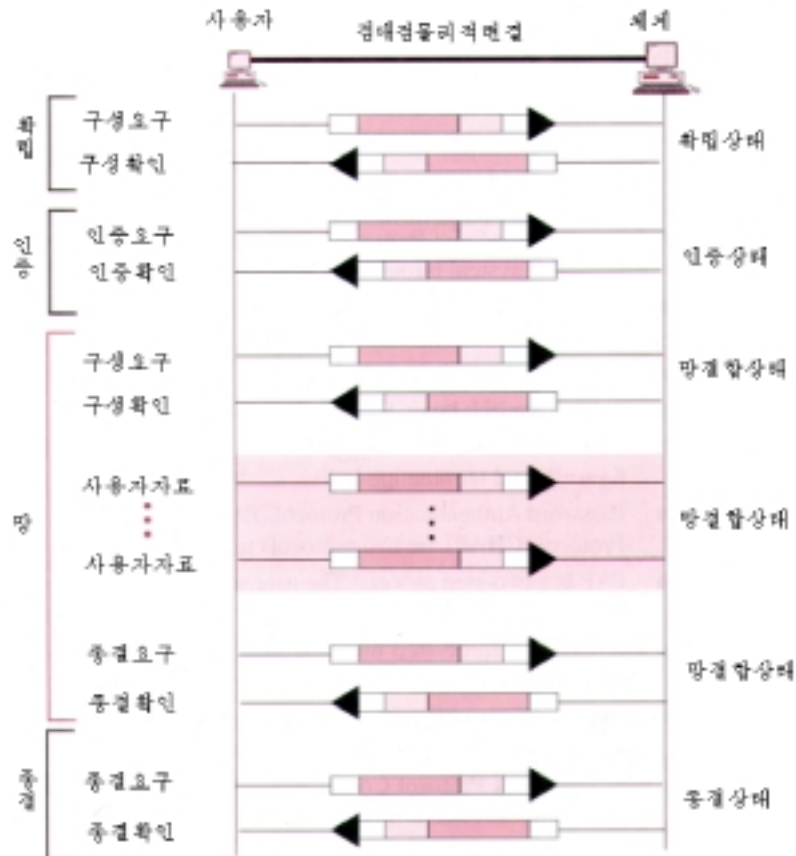



그림 15-11. 실례

15.7. 실마리어

도전적주고받기인증규약(CHAP)
련결조종규약(LCP)
망결합상태
망조종규약(NCP)
점대점규약(PPP)
종결상태
직렬회선인터네트규약(SLIP)
통과단어인증규약(PAP)
호상망규약/조종규약(IPCP)
휴식상태
확립상태
인증
인증상태
이행상태

15. 8. 요 약

점대점규약(PPP)은 전화회선을 통하여 콤퓨터체계에 접속하려는 사용자를 위하여 설계되였다.

PPP접속은 여러 단계를 거친다. 휴식, 확립, 인증, 망결합, 종결.

PPP는 OSI모형의 물리층과 자료련결층에서 동작한다.

자료련결층에서 PPP는 HDLC변종을 채용한다.

련결조종규약(LCP)은 련결고리를 확립, 유지, 구성, 종결하는것을 담당한다.

통과단어인증규약(PAP)과 도전적주고받기인증규약(CHAP)은 PPP에서 리용하는 두가지 규약이다.

PAP는 두 단계과정이다. 사용자는 인증식별과 통과단어를 보낸다. 체계는 보내온 정보의 정당성을 결정한다.

CHAP는 3단계과정 즉 체계가 사용자에게 값을 보내고 사용자는 그 값을 조작하는 결과를 다시 보내며 체계는 그 결과를 검증하는 과정이다.

망조종규약(NCP)은 규약모임이며 매개 모임은 PPP봉사를 요구하는 망층규약에 한하여 특정이다.

호상망규약조종규약(IPCP)과 NCP규약은 IP파케트를 위한 망층접속을 확립하고 종결짓는다.

15. 9. 련 습

복습문제

1. 어떤 사용자가 PPP를 요구하는가?
2. PPP접속의 매 상태를 서술하시오.
3. PPP의 물리층을 서술하시오.
4. PPP의 자료련결층을 서술하시오.
5. PPP프레임의 조종마당을 서술하시오.
6. LCP의 목적은 무엇인가?
7. LCP파케트와 PPP프레임사이의 관계를 서술하시오.
8. LCP파케트의 부류를 쓰시오. 매개 부류의 기능은 무엇인가?
9. PPP에서 인증을 위하여 리용되는 두가지 규약은 무엇인가?
10. PAP는 어떻게 동작하는가? 기본결함은 무엇인가?
11. CHAP는 어떻게 동작하는가? PAP에 비하여 왜 우월한가?
12. PPP프레임은 어떻게 PAP와 CHAP로부터 인증파케트를 나르는가?
13. NCP의 목적은 무엇인가?
14. IPCP와 NCP사이의 관계는 무엇인가?

선택문제

15. 콤퓨터와 콤퓨터사이의 전화회선접속을 가능하게 하는 규약은 ____이다.
   ㄱ) PPP
   ㄴ) SLIP
   ㄷ) PLP
   ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

16. PPP이행상태도에 따라 사용자조종 및 자료파케트의 교환은 _____상태에서 일어난다.
   ㄱ) 확립
   ㄴ) 인증
   ㄷ) 망결합
   ㄹ) 종결

17. PPP이행상태도에 따라 선택들은 _____상태에서 교섭된다.
   ㄱ) 확립
   ㄴ) 인증
   ㄷ) 망결합
   ㄹ) 종결

18. PPP이행상태도에 따라 사용자식별검증은 _____상태에서 일어 난다.
   ㄱ) 확립
   ㄴ) 인증
   ㄷ) 망결합
   ㄹ) 종결

19. PPP이행상태도에 따라 련결고리는 _____상태에서 분리된다.
   ㄱ) 확립
   ㄴ) 인증
   ㄷ) 망결합
   ㄹ) 종결

20. PPP는 ____층 규약이다.
   ㄱ) 물리
   ㄴ) 자료련결
   ㄷ) 물리 및 자료련결
   ㄹ) 7

21. 어느 규약이 PPP물리층을 위하여 규정되는가?

ㄱ) LCP
ㄴ) SLIP
ㄷ) CHAP와 PAP
ㄹ) 규약없음

22. PPP프레임에서 ____마당은 자료마당의 내용을 규정한다.
ㄱ) 기발
ㄴ) 조종
ㄷ) 규약
ㄹ) FCS

23. PPP프레임에서 ____마당은 HDLC의 U프레임과 비슷하다.
ㄱ) 기발
ㄴ) 조종
ㄷ) 규약
ㄹ) FCS

24. PPP프레임에서 ____마당은 11111111로서 HDLC의 방송주소를 지적한다.
ㄱ) 주소
ㄴ) 조종
ㄷ) 규약
ㄹ) FCS

25. PPP프레임에서 ___마당은 오유조종을 위한것이다.
ㄱ) 기발
ㄴ) 조종
ㄷ) 규약
ㄹ) FCS

26. LCP파케트의 목적은 무엇인가?
ㄱ) 구성
ㄴ) 종결
ㄷ) 선택교섭
ㄹ) 이 모든것

27. ____은 사용자검증을 위한 3단계 주고받기이다.
ㄱ) PPP
ㄴ) CHAP
ㄷ) PAP
ㄹ) ㄴ)와 ㄷ)

28. PAP파케트와 CHAP파케트는 PPP프레임의 ___마당값으로 구별된다.
ㄱ) 주소
ㄴ) 조종
ㄷ) 규약
ㄹ) FCS

29. PAP는 사용자로부터 _____과_____을 요구한다.
ㄱ) 통과단어 : 계산값
ㄴ) 인증식별 : 통과단어
ㄷ) 도전값 : 통과단어
ㄹ) 인증식별 : 계산값

30. CHAP인증에 대하여 사용자는 체계의 _____와 자체의 _____를 취하여 결과를 창조하고 그것을 체계에 보낸다.
ㄱ) 인증식별 : 통과단어
ㄴ) 통과단어 : 도전값
ㄷ) 통과단어 : 인증식별
ㄹ) 도전값 : 통과단어

31. ____과 ____규약은 IP파케트들에 대한 망층접속을 확립하고 종결짓는다.
ㄱ) NCP : IPCP
ㄴ) CHAP : NCP
ㄷ) IPCP : NCP
ㄹ) SLIP : PPP

련습문제

32. 기발, 주소, 조종마당의 값은 16진수로 얼마인가?
33. PPP프레임과 HDLC의 U프레임과 비교하는 표를 만드시오. 어느 마당이 같으며 어느 마당이 다른가?
34. 프레임의 첫 몇개 바이트값이 7EFEC0C02105H이다. 교갑화된 유효전송량의 규약은 무엇인가? 어떤 형태의 파케트인가?
35. 프레임의 첫 몇개 바이트값이 7EFEC0C02109110014H이다. 유효전송량의 규약은 무엇인가? 어떤 파케트형식이 전송되는가? 파케트에는 몇바이트의 정보가 있는가?
36. LCP규약의 구성-부인파케트의 내용을 말하시오. 이 파케트를 PPP프레임에 교갑화하시오.
37. NCP규약의 구성-부인파케트의 내용을 말하시오. 이 파케트를 PPP프레임에 교갑

화하시오.

38. 문제 36과 37을 비교하시오. 어떤 차이가 있는가?
39. 통보 "Hello"를 가진 반향-요구파케트의 내용을 말하시오. 전체 파케트를 16진수로 쓰시오. 파케트를 PPP프레임에 교갑화하시오. 그 내용을 16진수로 쓰시오.
40. 문제 39의 파케트에 응답하는 반향-응답의 내용을 쓰시오. 파케트를 16진수로 쓰시오. 파케트를 PPP프레임에 교갑화하시오. 그 내용을 16진수로 쓰시오.
41. 사용자의 이름 "Forouzan", 통과단어 "797979"인 인증-요구파케트의 내용을 쓰시오. 그 파케트를 PPP프레임에 교갑화하시오.
42. 문제 41에서의 파케트에 대한 응답으로서 수신된 인증-확인의 내용을 쓰시오.
43. 도전값 A4253616H인 도전파케트(CHAP)의 내용을 쓰시오. PPP프레임에 교갑화하시오.
44. 응답값 6163524AH인 응답파케트(CHAP)의 내용을 쓰시오. PPP프레임에 교갑화하시오.
45. 체계가 도전값 2A2B1425H를 보냈다. 사용자의 통과단어가 22112211H이다. 사용자가 리용하는 함수는 도전값과 통과단어를 더하는것이다. 그리고 결과는 두개로 나뉘여서 바뀌운다. 사용자의 응답을 쓰시오.
46. 사용자가 부호가 02H인 LCP파케트를 보낸다면 이 사건후의 접속상태는 무엇인가?
47. 접속이 확정상태에 있다. 사용자가 LCP구성-부인파케트를 받는다면 새로운 상태는 무엇인가?
48. 접속이 망결합상태에 있다. 사용자가 NCP구성-부인파케트를 받는다면 새로운 상태는 무엇인가?
49. 그림 15-11에서의 모든 프레임들을 보여 주시오. 매개 전송에 어떤 규약이 포함되는가? (LCP, NCP, 인증).

제16장. 수자식종합통신망

수자식종합통신망(ISDN)은 1976년에 ITU-T에서 개발되였다.

이것은 수자전화와 자료전송봉사를 조합한 규약모임이다. 여기서는 전화망을 수자화하여 소리, 음성, 문자를 현재의 전화회선으로 전송하도록 하는것이다.

ISDN은 가입자봉사를 규격화하고 사용자/망대면부를 보장하며 현재의 음성 및 자료망의 호상망결합능력을 높이기 위한것이다.

ISDN의 목적은 수자매체를 통하여 종합적인 종단-종단접속을 보장하는 광지역망을 형성하는것이다. 이것은 각이한 모든 전송봉사들을 새로운 련결이나 가입자회선이 없이 하나로 통합함으로써 실현될수 있다.

16.1. 봉사

ISDN의 목적은 사용자들에게 완전히 통합된 수자봉사를 보장하는것이다. 이 봉사는 세가지 범주 즉 배어러봉사, 원격봉사, 보충봉사로 갈라 본다(그림 16-1).

그림 16-1. ISDN봉사

배어러봉사

배어러봉사는 망이 정보내용을 조작함이 없이 사용자들사이에 정보(음성, 자료, 영상)를 전송하는 수단을 보장한다. 망은 정보를 처리할 필요가 없으며 따라서 내용을 변화시키지 않는다. 배어러봉사는 OSI모형의 첫 세개 층에 속하며 ISDN에서 잘 정의되여 있다. 그것들은 회선교환, 파케트교환, 프레임교환 또는 셀교환망을 리용하여 보장될수 있다(17, 18, 19장에서 고찰된다.).

원격봉사

원격봉사에서 망은 자료의 내용을 변화시키거나 처리할수 있다. 이 봉사들은 OSI모형의 4-7층에 대응한다. 원격봉사는 배어러봉사에 기초하며 사용자가 처리의 상세한 내용을 알 필요가 없이 여러가지 요구를 만족시키도록 설계된다. 원격봉사는 전화, 전신, 팍스, 비데오텍스, 원격회의를 포함한다. ISDN은 이 봉사를 이름으로 정의하기는 하였지만 아직 규격화되지 못하였다.

보충봉사

보충봉사들은 배어러봉사와 원격봉사에 추가적인 기능을 보장하는 봉사들이다. 이런 봉사의 실례는 역부담, 호출대기, 통보취급 등 오늘날의 전화봉사에서 잘 알려 진것들이다.

16. 2. 력사

ISDN의 발전은 그것을 리해하는데 가장 중요한 개념들을 발생시켰다.

상사망을 통한 음성통신

초기에 원격통신망들은 완전히 상사식이였으며 음성형태로 상사정보를 전송하는데 리용되였다. 가입자들의 송수화기를 전화회사의 국에 접속하는 국부회선들도 역시 상사식이였다(그림 16-2).

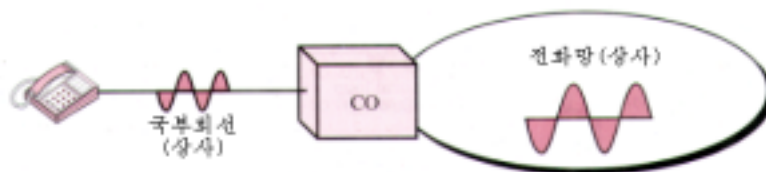



그림 16-2. 상사전화망을 통한 음성통신

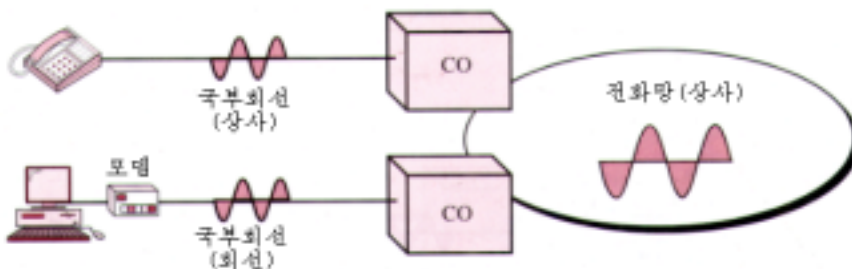



그림 16-3. 상사전화망을 통한 음성 및 자료통신

상사망을 통한 음성과 자료전송

수자식처리가 출현하여 가입자들은 음성은 물론 자료도 교환할것을 요구하였다. 현재의 상사회선을 통하여 수자교환이 가능하도록 하기 위하여 모뎀들이 개발되였다(그림 16-3).

가입자들에 대한 상사 및 수자봉사

비용을 줄이고 성능을 개선하기 위하여 전화회사들은 상사봉사를 계속하면서 점차 수자기술을 첨가하기 시작하였다(그림 16-4).

이때 거래자들은 상사목적만을 위하여 국부회선을 리용하는 일반거래자, 모뎀을 통하여 수자정보를 전송하기 위하여 상사설비를 리용하는 거래자, 수자정보를 전송하기 위하여 수자봉사를 리용하는 거래자 등의 세가지 형식으로 식별되였다. 이중에서 첫번째 그룹이 여전히 대부분이며 따라서 대부분의 봉사는 상사식으로 남아 있다.

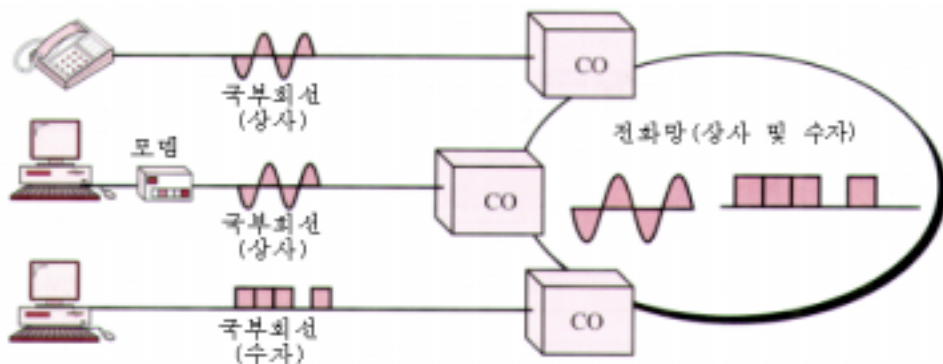



그림 16-4. 전화망을 통한 상사 및 수자봉사

종합수자망(IDN)

이후에 거래자들은 파케트교환망과 회선교환망과 같은 각이한 망에 접근할 필요를 가지기 시작하였다. 이 요구를 만족시키기 위하여 전화회사들은 종합수자망(IDN)을 만들었다. IDN은 각이한 목적을 위하여 망들을 조합한것이다(그림 16-5). 이 망들에 대한 접근은 수자형흐름관에 의거하였는데 그것은 초고속행로를 공유하는 시분할다중화통로들이다. 거래자들은 자기들의 국부회선을 리용하여 음성과 자료를 전화국에 전송할수 있다. 그다음 국은 수자형흐름관을 통하여 이 호출들을 적당한 수자망들에 보내준다. 오늘 대부분 가입자들은 비록 교환/56, DOS, DS와 같은 수자식국부회선이 있기는 하지만 상사국부회선을 리용한다는것을 상기하자(이 봉사는 8장에서 고찰되였다.).

수자식종합통신망(ISDN)

ISDN은 거래자봉사를 IDN과 통합한다. 14장의 파케트교환망에 대한 고찰에서 본바와 같이 완전한 수자봉사는 상사봉사보다 훨씬 효과적이고 유연하다. 종합수자망의 최대의 혜택을 받기 위하여 다음 단계는 상사국부회선을 수자가입자회선으로 바꾸는것이다. 음성전송은 원천에서 수자화되며 따라서 상사반송파에 대한 최종요구가 없어 진다. 이제는 자료, 음성, 화상, 팍스 등을 임의의 수자망을 통하여 보내는것이 가능해 졌다. 모든 거래자봉사는 ISDN으로 수자화되며 새로운 기술이 제공하는 유연성은 거래자봉사가 요구하는대로 가능하게 할수 있을것이다. 가장 중요한것은 ISDN이 가정이나 건물에서의 모든 통신접속이 한개의 대면부를 통하여 진행될수 있게 한다는것이다.

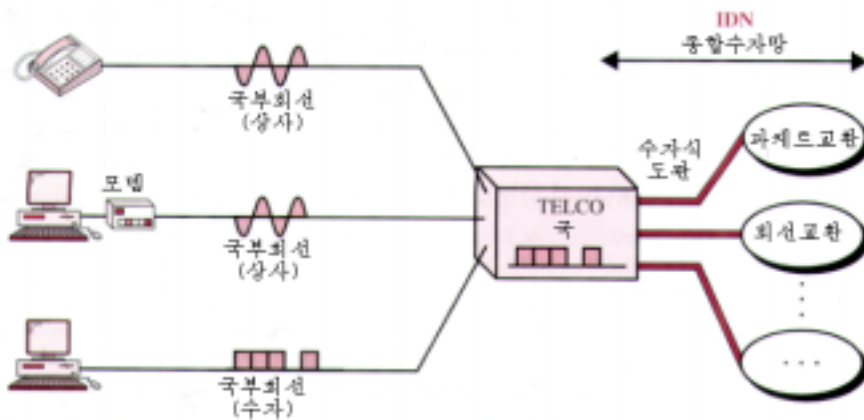



그림 16-5. IDN

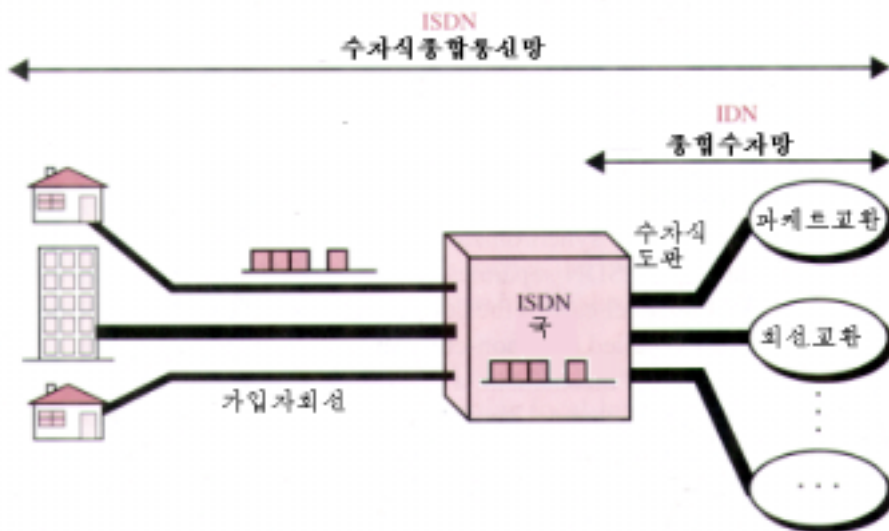



그림 16-6. ISDN

ISDN은 가정이나 건물에서의 모든 통신접속을 한개의 결합장치에로 통합ㅣ킨다.

그림 16-6은 사용자와 ISDN국사이의 접속에 대한 직관적개념을 준다. 매개 사용자는 중심국에 수자흐름관을 통하여 련결된다. 이 흐름관들은 각이한 능력을 가지고 각이한 전송속도를 보장하며 각이한 가입자요구를 지원할것이다.

16. 3. ISDN에 대한 가입자접근

유연성을 위하여 거래자들과 ISDN국사이의 수자흐름관(가입자 회선)은 각이한 크기의 여러 통로로 조직된다. ISDN규격은 세가지 통로형태를 규정한다. 매개 즉 배어러통로, 자료통로, 혼성통로(표 16-1)는 전송속도가 다르다.

표 16-1 통로속도

통 로	자료속도 kbps
배어러(B)	64
자료(D)	16.64
혼성(H)	384.1536.1920

B통로

배어러통로(B통로)는 64kbps의 속도로 정의된다. 이것은 기본사용자통로이며 임의의 형태의 수자정보를 요구되는 전송속도가 64kbps를 넘지 않는 한 전2중방식으로 전송할수 있다. 실례로 B통로는 수자자료, 수자화된 음성, 기타 저속정보를 전송할수 있다. 신호가 먼저 다중화된다면 여러개의 전송이 동시에 수용될수 있다. 그러나 이 부류의 다중전송은 단일수신자를 목적으로 해야 한다. B통로는 종단-종단전송을 보장한다. 그것은 흐름길을 분해하여 여러 수신자에게 전송을 분할할수 있게 설계되지 않는다.

D통로

자료통로(D통로)는 16 또는 64kbps의 속도를 가지며 사용자요구에 따라 간다.

이름이 자료라고는 하지만 D통로의 기본기능은 B통로에 대한 조종신호를 나르는것이다.

지금까지는 전송규약들이 자기 통로의 신호를 리용하였다. 호출확립, 종울리기, 호출중단, 동기화 등의 조종정보는 통보자료를 나르는 같은 통로에서 전송된다. ISDN은 조종신호를 독자적인 통로에로 분리시킨다. D통로는 주어 진 행로에서 모든 통로들에 대한 조종신호를 나른다. 이때 공동통로(다른 대역)신호라는 방법을 리용한다.

이런 방식에서 가입자는 D통로를 리용하여 망접속을 실현하고 B통로접속을 보호한다. 그다음 가입자는 B통로를 리용하여 실지자료를 다른 사용자에게 보낸다. 주어 진 가입자

회선에 련결된 모든 장치들은 신호화를 위하여 같은 D통로를 리용하며 그러나 매개는 교환기간동안 전용단일교환 B통로를 통하여 자료를 보낸다. D통로를 리용하는것은 호출을 보장해 주는 전화교환수를 가지는것과 비슷하다. 우리는 수화기를 들어서 교환수에게 요구하는 호출형식과 번호를 말해 준다. 교환수는 우리의 요구에 적당한 회선을 찾아서 상대방을 접속시킨다. D통로는 망층에서 사용자와 망사이의 교환수와 같다.

D통로는 드물게 저속자료전송과 원격측정 및 정보전송 등의 응용을 포함한다.

H통로

혼성통로(H통로)는 384kbps(H0), 1,536kbps(H11), 1,920(H12)의 자료속도를 가진다. 이 속도로서 H통로는 비데오나 원격회의 등과 같은 고속응용에 적합하다.

사용자대면부

수자가입자회선들은 두가지 형태 즉 기초속도대면부(BRI)와 1차속도대면부(PRI)가 있다. 매 형태는 각이한 준위의 거래자요구에 적당하다. 량자는 한개의 D통로와 몇개의 B 또는 H통로를 포함한다.

BRI

기초속도대면부(BRI)는 두개의 B통로와 한개의 16kbps D통로로 이루어 진 수자흐름관을 규정한다(그림 16-7).

그림 16-7. BRI

두개의 B통로와 한개의 16kbp D통로를 합쳐서 144kbps이다. 추가로 BRI봉사 그자체는 48kbps의 동작부가비트를 요구한다. 따라서 BRI는 192kbps의 수자흐름관을 요구한다. 개념적으로 BRI봉사는 세개의 작은 흐름관 즉 두개 B통로와 한개 D통로를 포함한 큰 흐름관과 같다. 큰 흐름관의 나머지 공간은 그 동작에 필요한 부가비트를 나른다. 그림 16-7에서 부가비트는 B, D통로를 둘러 싸는 원의 그늘 진 부분으로 보여 준다.

BRI는 거주자와 작은 국 거래자들의 요구를 만족시키도록 설계된다. 대부분 경우 현재 국부회선케블을 바꿀 필요는 없다. 상사전송을 보장하는 꼬임쌍선 국부회선은 수자전송에 리용될수도 있다. 그러나 때때로 회선조절이 필요하다.

PRI

보통의 1차속도대면부(PRI)는 23개의 B통로와 한개의 64kbps, D통로를 가진 수자흐름관을 규정한다(그림 16-8).

그림 16-8. PRI

23개의 B통로와 64kbps의 D통로의 합으로서 1.536Mbps이다. 추가로 PRI봉사 그자체가 8kbps의 부가비트를 리용한다. 따라서 PRI는 1.544Mbps의 수자흐름관을 요구한다. 개념적으로 PRI봉사는 24개의 작은 흐름관을 포함하는 큰 흐름관과 같다. 그림 16-8에서 부가비트는 B와 D통로들을 포괄하는 원의 그늘부분으로 보여 주었다.

23개의 B통로와 1개의 D통로는 PRI가 포함할수 있는 최대 통로수를 가리킨다. 다른 말로 한개 PRI는 23개의 원천과 수신마디사이의 전2중전송을 보장할수 있다. 개별적인 전송은 원천에서 집합되여 ISDN국에 보낼수 있도록 단일행로(수자가입자회선)로 다중화된다.

1.544Mbps는 여러가지 방법으로 여러 사용자들의 요구를 만족하도록 나누일수 있다. 실례로 PRI를 리용하여 다른 LAN들에 접속하는 LAN은 1.544Mbps 전부를 리용하여 하나의 1.544Mbpa신호를 보낸다. 다른 응용들은 64kbps의 B통로들을 몇개 조합하여 리용한다. 544 Mbps의 PRI수자흐름관의 용량은 북아메리카 DS-1전화봉사를 지원하는데 리용된 T-1회선의 용량과 꼭 같다. 이 류사성은 우연한 일치가 아니다. PRT는 현재의 T-1회선과 호환하도록 설계되였다. 유럽에서는 PRI가 30개 B통로와 2개 D통로를 포함하여 2.048Mbps의 용량 즉 E-1회선용량을 보장한다.

보다 전문화된 전송요구에 대하여 PRI규격에서 다른 통로조합이 지원된다. 그것은 3H0+D, 4H0+D, H12+D이다.

기능그룹화

ISDN규격에는 사용자가 BRI 또는 PRI 봉사에 접근할수 있는 장치들이 기능적임무로 서술되며 기능적그룹으로 집합된다. 가입자들은 이 그룹에서 자기들의 요구에 가장 적합한것을 선택한다. ISDN은 매 그룹의 기술적인 특성만을 정의한다는것을 상기하자. 규격의 실현과 관련된것은 지적하지 않는다. 매개 기능그룹은 선택하는 장치 또는 장비를 리용하

여 실현될수 있는 모형이다. 가입자들의 구내에서 리용되는 기능그룹은 망말단(형식 1과 2), 말단장치(형식1과 2), 말단적응기들을 포함한다.

망말단1(NT1)

망말단1(NT1)은 사용자구내에서 ISDN의 물리적 및 전기적종단을 조종하며 사용자내부체계를 수자가입자회선에 접속시킨다. 이 기능은 OSI물리층에서 정의된것과 비교할수 있다(그림 16-9).

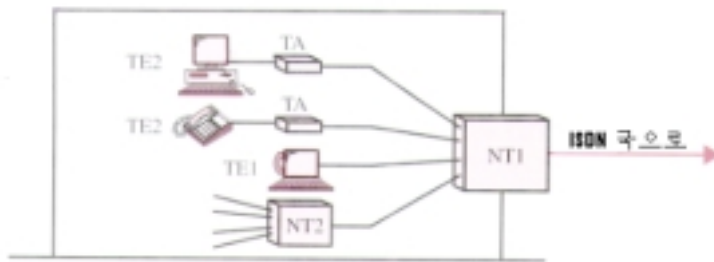



그림 16-9. 기능그룹

NT1은 접속된 가입자로부터의 자료렬을 수자흐름판으로 보낼수 있는 프레임으로 조직하며 망에서 수신된 프레임을 가입자장치가 리용할수 있는 형식으로 변환한다. 이때 그것은 바이트를 간격식으로 배치하는 기초다중화기능을 수행하지만 그것이 다중기는 아니다. NT1은 다중화가 자동적으로 진행되는 방식으로 프레임형성과정과 자료렬을 동기시킨다.

NT1에서 형성된 프레임이 어떻게 간격식신호를 발생시키는가를 쉽게 보여 주는 방법이 있다. 두개의 벨트콘베아를 가진 제작공정을 생각하자.

한 벨트는 여러 곳의 제작부로부터 여러가지 완성된 제품을 종합하여 수송부로 나른다. 수송부에서 그 벨트는 특정의 제품을 넣을수 있도록 설계된 상자들을 나르는 벨트와 만난다. 제품콘베아는 상자콘베아와 직각으로 만난다. 두 벨트는 동기되여 주어 진 제품이 벨트끝에 도달하면 적당한 상자에 떨어 진다. 상자 및 제품의 순서와 두 벨트의 시간은 동기가 정확히 유지되도록 조종되여야 한다. 불일치는 제품이 허튼 상자에 떨어 지거나 상자에서 벗어 나게 할수 있다. 그러나 적당한 동기화로서 제품포장은 다른 조작이 없이 정확히 진행된다. 이와 같은 방법으로 NT1은 자료렬을 제공하는 시간을 프레임을 출구하는데 동기시켜서 바이트들이 다중화장치를 요구하지 않고 간격식으로 될수 있게 한다.

망말단 2(NT2)

망말단2(NT2)는 OSI모형의 물리층과 자료련결층, 망층에서의 기능을 수행한다. NT2는 다중화(1층), 흐름조종(2층), 파케트(층)를 보장한다. NT2는 자료발생장치와 NT1사이의 중간신호체계를 구성한다. 망과의 물리적결합에서는 NT1을 리용한다. NT2와 NT1사이에는 점대점접속이 있어야 한다. NT2는 우선 여러 사용자체계와 PRI의 NT1사이의 결합에 리용된

다(그림 16−9).

NT2는 각이한 장치로 실현할수 있다. 실례로 구내교환기(PBX)는 NT2일수 있다. 그것은 여러개의 입구련결(사용자전화회선)로부터 전송을 조화시키고 다중화하여 NT1이 전송할수 있게 한다. LAN도 역시 NT2로서 동작할수 있다.

PRI가 여러 장치로부터 신호를 전송한다면 그 신호들은 NT2가 보장하는 어떤 과정이므로 다중화되여야 하며 그다음 합성신호를 망에 전송하기 위하여 NT1로 보내게 된다. 이 다중화는 명백하다. 수자식PBX는 명백한 다중화기능을 포함하는 NT2의 실례이다.

말단장치 1(TE1)

말단장치라는 말은 ISDN규격에서 다른 규약에서의 DTE와 같은 의미로 리용된다. 그것은 수자식가입자장치이다. 말단장치 1(TE1)은 ISDN규격을 지원하는 어떤 장치이다. TE1의 실례는 수자전화기, 통합음성/자료말단, 수자팍스 등이다(그림 16−9).

말단장치 2(TE2)

거래자들이 현재 가지고 있는 장치와 역방향호환성을 위하여 ISDN규격은 말단장치 2라는 두번째 준위의 말단장치를 정의하였다. TE2는 말단, 작업말단, 주콤퓨터, 보통의 전화 등 비ISDN장치이다. TE2장치는 ISDN망과 즉시에 호환되지 않지만 말단적응기(TA)라는 다른 보조장치와 함께 리용될수 있다(그림 16−9).

말단적응기(TA)

말단적응기(TA)는 TE2로부터 비ISDN형태로 수신된 정보를 ISDN이 나를수 있는 형식으로 변환한다(그림 16−9).

참조점

여기서 기준점은 두개의 ISDN설치요소들사이에서 개별적대면부를 식별하는데 리용되는 표식을 가리킨다. 기능그룹이 ISDN에 리용되는 매개 장치형태의 기능을 정의한것처럼 기준점은 그것들사이의 접속기능을 정의한다. 특히 기준점은 두 망요소가 어떻게 접속되여야 하는가와 그것들사이의 통신량형식을 정의한다. 여기서는 가입자장치와 망사이의 대면부를 정의하는 기준점들만 언급한다. 즉 기준점 R, S, T, U(그림 16−10). 다른 기준점들은 ISDN안에서의 기능을 정의한다.

기준점 R는 TE2와 TA사이의 접속을 정의한다. S는 TE1 또는 TA와 NT1 또는 NT2(있다면)사이의 접속을, T는 NT2와 NT1사이의 결합을, U는 NT1과 ISDN국사이의 결합을 정의한다. 그림 16−10은 이 기준점들이 세가지 각이한 상태에 응용되는것을 보여 준다. 다음 절에서 각이한 ISDN층들을 고찰할 때 매개 기준점에 대한 특성를 고찰한다.

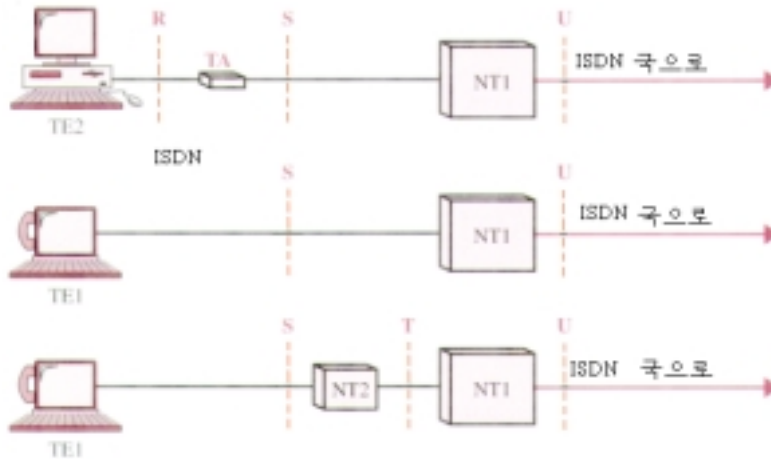



그림 16-10. 기준점

16. 4. ISDN층

OSI에서 규정된 7층구조를 ISDN에 적용하기는 어렵다. 그 한가지 리유는 ISDN이 서로 다른 기능을 가진 두가지 통로(B와 D)를 규정하기때문이다. 이 장의 초기에 본바와 같이 B통로는 사용자-사용자통신(정보교환)을 위한것이다. D통로는 주로 사용자-망신호화에 리용된다. 가입자는 D통로를 리용하여 망에 접속하며 그다음은 B통로를 리용하여 다른 사용자들에게 정보를 보낸다. 이 두가지 기능은 OSI층들과 서로 다른 규약을 요구한다. ISDN은 또한 OSI규격과 관리요구에서 다르다. ISDN의 1차적인 고려는 전 세계적인 통합이다. 공중봉사를 리용하는 실질적으로 통합된 망을 유지하기 위하여 요구되는 유연성을 보존하는것은 많은 관리를 요구한다.

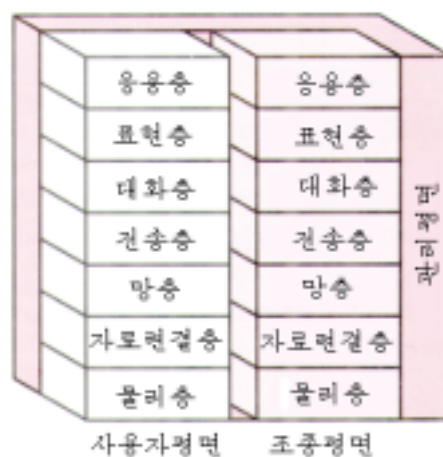



그림 16-11. ISDN층

이런 리유로 하여 ITU-T는 ISDN층에 대한 확정모형을 창안했다. OSI의 단일 7층구조대신에 ISDN은 세개 평면 즉 사용자평면, 조종평면, 관리평면에서 정의된다(그림 16-11).

모든 세 평면들은 OSI모형에 대응하는 7층으로 분할된다. 관리평면에 대한 고찰은 하지 않고 두 평면만 고찰한다.

그림 16-12는 사용자와 조종평면들(B와 D통로)에 대한 ISDN구조의 단순화된 변종을 보여 준다. 물리층에서 B와 D통로는 같다. 그것들은 BRI 또는 PRI대면부 그리고 이 장에서 초기에 고찰한 장치들을 리용한다. 자료련결층에서 B통로는 11장에서 고찰한 LAPB또는 그 변종을 리용한다. 망층에서 B통로는 몇가지 선택을 가진다. B통로들은(그리고 B통로처럼 작용하는 D통로들) 회선교환망, 파케트교환망(X.25), 프레임중계망, ATM망 등에 접속 할수 있다. 4~7층에 대한 사용자평면선택은 사용자에게 맡기며 ISDN에서 특별히 정의되지 않는다. 요약적으로 B와 D통로가 공유하는 물리층과 D통로규격의 두번째, 세번째 층을 고찰할 필요만 있다.

그림 16-12. 단순화된 ISDN층

물리층

ISDN물리층특성는 두가지 ITU-T규격에서 정의된다. 즉 BRI접근을 위한 I.430과 PRI접근을 위한 I.431. 이 규격들은 BRI와 PRI의 모든 상태를 정의한다. 이 상태중에서 4가지가 기본이다.

- 대면부 R, S, T, U의 기계적 및 전기적특성
- 부호화
- BRI와 PRI수자흐름판으로 나를수 있도록 통로를 다중화하는것
- 전원공급

BRI에 대한 물리층특성

BRI는 두개의 B통로와 한개 D통로로 이루어 진다. 가입자는 R, S, U대면부(기준점)를 리용하여 BRI에 접속한다(그림 16−13).

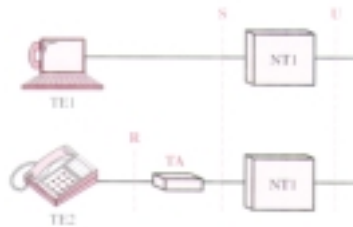



그림 16−13. BRI대면부

R대면부 R대면부는 ISDN에서 정의되지 않는다. 가입자는 임의의 EIA규격(EIA−232, EIA−400, EIA−530)이나 V, X계렬규격을 리용할수 있다.

S대면부 S대면부에 대해서는 ITU−T가 ISO규격 ISO8887을 규정한다. 이 규격은 4선식, 6선식 또는 8선식접속을 호출한다(매개 B또는 D통로를 통하여 전 2중통신을 지원하기 위해서는 적어도 4선이 필요하다.). 이 접속을 위한 접속구와 접속두를 매개 도선의 전기적특성에 따라 그림 16−14에 보여 준다.

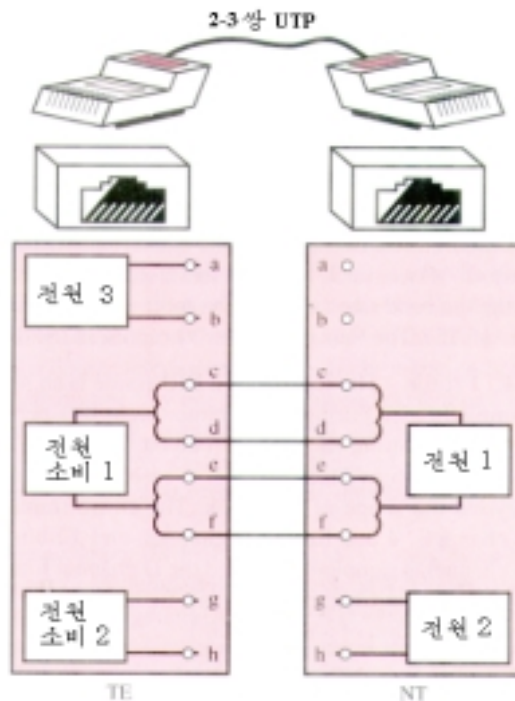



그림 16−14. S대면부

S대면부접속에서 개별도선들은 표 16-2에 따라 조직된다. 4개 선만이 전2중방식평형전송에 필요하다(평형전송의 고찰에 대해서는 6장의 X.21대면부를 참고). 나머지는 NT1과 TE에 전원을 공급한다. 규격은 세가지 전원공급방법을 보장한다. 우선 NT1은 전원공급자이다. 전원은 전지, 공업전원 또는 ISDN중심에서 NT1에 보장될수 있다. 이 경우에 TE와 NT1를 접속시키는데 4개 련결만이 필요하다(그림 16-14에서 도선 c, d, e.f).

두번째 경우에 전원은 NT1로부터 따로 두개의 선을 리용하여 TE에 공급된다. 이 경우에 6개의 선이 리용된다(c, d, e, f, g, h. 그림 16-14). ISO 8887은 또 다른 가능성도 허용한다. 즉 TE는 전원을 자기자체에 공급하고 TE에 넘겨 준다(선a와 b를 리용하여). 그러나 ISDN은 이런 변종을 리용하지 않는다. 2선 또는 4선꼬임쌍선케블은 ISDN이 정의한 모든 리용을 지원하는데 적당하다. S대면부에 리용된 신호는 5장에서 본바와 같은 가상3진부호화이다.

표 16-2 S대면부다리들

이름	TE	NT
a	전력원천3	전력소비3
b	전력원천3	전력소비3
c	송신	수신
d	수신	송신
e	수신	송신
f	송신	수신
g	전력소비2	전력원천2
h	전력소비2	전력원천2

U대면부 U대면부에 대해서는(수자 가입자 또는 국부회선) ITU-T가 매 방향에서 한쌍의 꼬임쌍선케블을 규정한다. 이 대면부에 대한 부호화는 두개 2진 한개 4진이라는(2B1Q) 방법을 리용한다. 2B1Q는 4개의 전압준위를 리용한다. 매개 준위는 2bit를 표시할수 있으며 보드속도를 낮추고 가능한 통과대역을 보다 효과적으로 리용할수 있다(그림 16-15). 4개 전압준위는 쌍비트 00, 01, 10, 11을 표시한다.

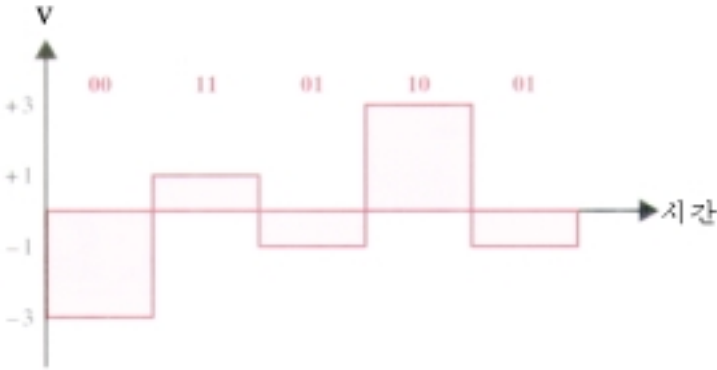



그림 16-15. 2B1Q부호화

BRI프레임 BRI프레임의 형식을 그림 16-16에 보여 주었다. 매개 B통로는 매 프레임기간 두번 표본화된다(표본당 8bit). D통로는 매개 프레임기간 4번 표본화된다(표본당 1bit). 프레임의 나머지는 그림 16-16에서 검은색공간으로 보여 준바와 같이 부가비트를 위하여 예약된다.

전체 프레임은 48bit로 구성되는데 32bit는 B통로, 4bit는 D통로, 12bit는 부가비트를 위한것이다(B통로는 2번, D통로는 4번 표본화하는 리유는 프레임을 보다 길게 하려는데 있다. 19장에서 보는바와 같이 48bit는 BRI프레임의 크기를 ATM셀의 자료부분과 일치시킨다.).

접속 및 위상구조 BRI봉사는 모선 또는 별형으로 지원될수 있다. BRI를 위한 위상구조를 선택하는 기본조건은 자료단위와 NT1사이의 거리이다(그림 16-17).

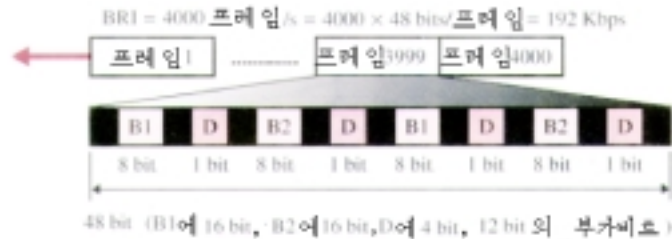



그림 16-16. BRI프레임

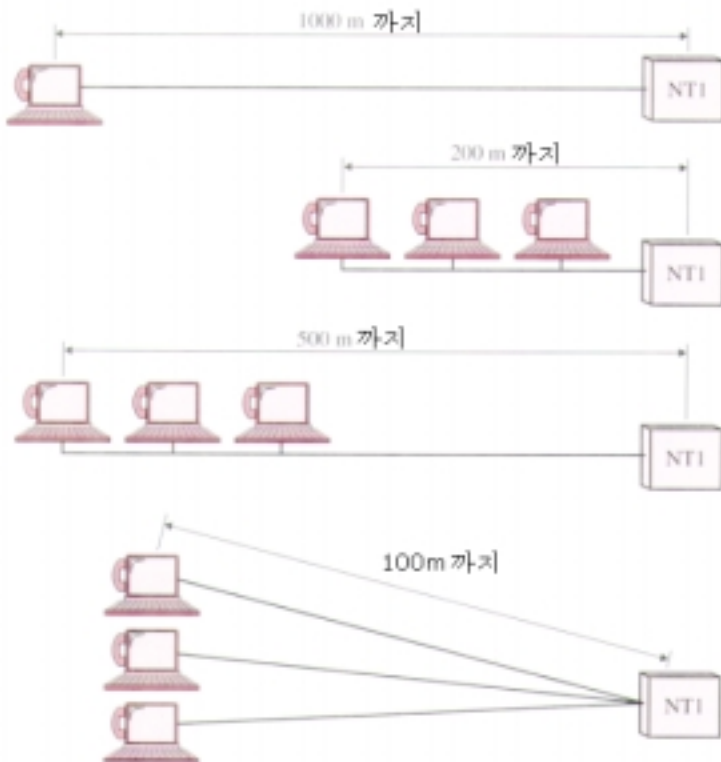



그림 16-17. BRI위상구조

점대점접속에서 매 장치는 NT1로부터 1,000m정도 떨어 져 있다. 그러나 다중분기접속에서 회선의 최대 길이는 일반적으로 200m를 넘지 말아야 한다. 이 제한조건은 프레임동기화를 담보하기 위하여 필요하다.

이 장의 앞에서 고찰한바와 같이 NT1은 접속장치의 출구자료들을 간격식으로 나누어 프레임을 만든다. 이 음적인 다중화의 결과는 프레임의 구조에서 명백하다. 음적인 다중화가 가능하게 하자면 NT1의 프레임작성기능이 접속장치들의 자료제출을 정확히 조화시키도록 시간조절되여야 한다. 만일 프레임과 장치사이의 동기가 파괴되면 한 장치에서 제출된 자료가 다른 장치의 자료 또는 기타 정보에 배정된 프레임부분에 겹쳐서 떨어 질수 있다.

먼거리로 인한 불가피한 전파지연은 편기된 프레임을 만들수 있다. 만일 첫 장치와 마지막장치사이의 거리가 너무 크다면 자료수집시간조절은 프레임의 질을 떨어 뜨릴수 있다.

다중분기회선들에 대한 프레임의 정확성을 담보하기 위하여 매개 장치가 제출하는 자료단위사이에 시간편이영향을 제한해야 한다. 여기서는 장치들사이의 련결거리를 제한함으로써 이것을 보장한다. 일반적으로 그것은 우에서 지적한바와 같이 전체 길이를 200m로 제한하는것을 의미한다. 그러나 만일 장치들을 NT1로부터 멀리 떨어 져서 련결고리끝부분에 무리 지어 놓는다면 회선길이를 500m까지 확장할수 있다. 장치를 무리 지어 놓는다는것은 전파지연이 모든 장치들의 자료에 거의 동일하게 영향을 미칠것이며 500m에 대해서 자료단위들사이의 관계가 예측할수 있게 된다는것을 의미한다. 만일 한개의 장치만이 련결회선에 붙어 있다면 NT1은 자료를 구분할 필요가 없으며 크게 시간조절이 어긋나도 허용될수 있다. 별형위상구조련결고리는 1,000m정도이다(그림 16-17).

NT1에 8개의 장치가 접속될수 있다. 물론 한순간에 두개만이 B통로에 접근할수 있으며 매 통로마다 한개의 교환이 가능하다. 그러나 매 장치는 D통로접근을 위하여 경쟁할수 있다. D통로는 접근조종을 위하여 CSMA와 같은 방식을 리용한다. 장치가 D통로에 접근하면 그것은 B통로를 요구할수 있다. 만일 B통로가 가능하다면 D통로에 의하여 접속이 이루어 지고 사용자는 자료를 보낼수 있다.

PRI에 대한 물리층특성

PRI는 23개 B통로와 한개 D통로로 구성된다. PRI와 관련된 대면부는 R, S, T, U이다(그림 16-18).

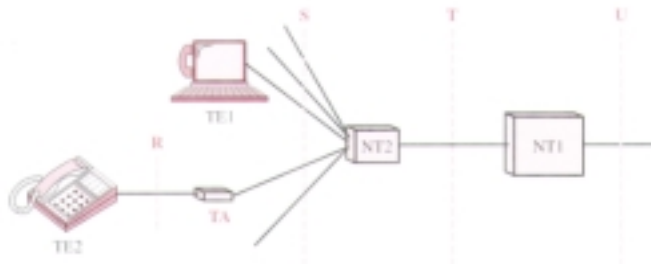



그림 16-18. PRI대면부

R와 S규격은 BRI에서 정의된것과 같다. T규격은 B8ZS부호화를 대입하면 S규격과 일치한다. U대면부는 PRI속도가 1.544Mbps, BRI속도는 192Kbps인것외에는 둘다 같다. 1.544Mbps는 PRI가 T-1특성을 리용하여 실현될수 있게 한다(8장을 참고).

PRI프레임 B와 D통로는 동기식TDM을 리용하여 다중화되며 PRI프레임을 창조한다. 프레임형식은 T-1회선에 정의된것과 일치한다. 편리를 위하여 그림 16-19에 그 형식을 다시 보여 준다. PRI프레임은 매개 통로를 표본화한다는것을 주목해야 한다. D통로는 프레임마다 한번 진행된다.

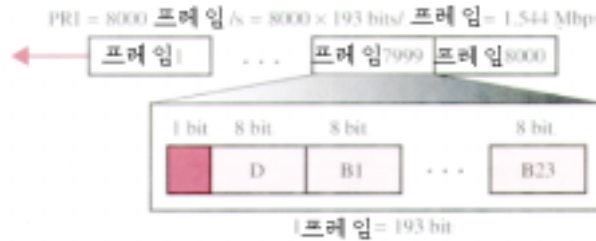



그림 16-19. PRI프레임

접속과 위상구조 자료발생장치를 NT2에 련결하기 위한 접속과 위상구조고찰은 BRI에서의 장치-NT1련결의것과 같을수도 있고 다를수도 있다. 구체적실현은 응용에 따라 간다. 만일 NT2가 LAN이라면 그 위상구조는 리용되는 LAN에서 규정될것이다. NT2가 PBX라면 위상구조는 그 PBX에서 규정될것이다. 그러나 NT2에서 NT1까지 련결고리는 항상 점대점형식이여야 한다.

자료련결층

B와 D통로는 각이한 자료련결규약을 리용한다. B통로들은 LAPB규약을 리용한다. D통로는 D통로에 대한 련결접근절차를 리용한다(LAPD). LAPD는 HDLC와 약간 다른데 여기서 이 두가지를 설명한다. 먼저 LAPD는 부인(순서번호 없음) 또는 확인(순서번호 있음)형식으로 리용될수 있다. 그러나 부인형식은 좀처럼 리용되지 않으며 일반적인 실천에서 LAPD와 HDLC는 같다. 두번째의 차이는 주소화이다.

LAPD주소화

LAPD의 주소마당은 두 바이트이다(그림 16-20). 첫 바이트는 봉사접근점식별자(SAPI)라는 6bit마당을 포함한다. 한개 비트 지령/응답마당은 프레임이 지령일 때 0, 프레임이 응답일 때 1로 설정된다. 또 한개 비트마당은 0으로 될 때 다음 바이트에 주소가 있다는것을 가리킨다(11장의 HDLC를 참고).

두번째 바이트는 말단장치식별자(TEI)라는 7bit마당을 포함한다. 여기서 한 비트마당이 1로 설정될 때 주소가 완료됨을 가리킨다.

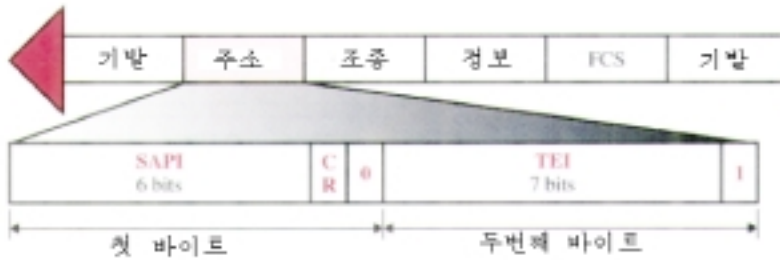



그림 16-20. LAPD주소마당

SAPI마당 SAPI마당은 프레임을 리용하는 웃층봉사(망층)형식을 식별한다. 그것은 D통로의 의도적인 리용을 가리킨다. 6개 비트마당은 64개의 봉사접근점을 정의할수 있다. 그러나 지금까지는 4개의 가능한 조합만이 배당되였다.

- 000000: 망층에 대한 호출조종(D통로의 신호화리용)
- 000001: 웃층의 호출조종(종단-종단신호화), 아직 리용 안된다.
- 010000: 파케트통신(D통로의 자료리용)
- 111111: 관리

TEI마당 TEI마당은 TE의 유일주소이다. 7개 비트로 이루어 지며 128개의 TE를 식별할수 있다.

망층

D통로에 의하여 접속이 일단 확립되면 B통로는 회선교환X.25 또는 비슷한 규약을 리용하여 자료를 보낸다. 그러나 D통로의 망층기능이 여기서 고찰되여야 한다. 이 기능은 ITU-T Q.931규격에서 정의된다.

망층파케트를 통보라고 한다. 통보를 련결고리를 통한 전송을 위하여 LAPD I프레임의 정보마당에 교갑화된다(그림 16-21).

그림 16-21. 망층파케트형식

이 층에서 통보의 형식은 작은 몇개(개수는 변할수 있음)의 마당들로 이루어 진다. 이

마당은 4개 형태를 가진다.

- 규약판별자(한 바이트마당)
- 호출기준(2 또는 3byte마당)
- 통보형식(한 바이트마당)
- 정보요소(가변길이의 가변개수마당)

규약판단자

규약판단자마당은 리용되는 규약을 식별한다. Q.931에 대하여 이 마당값은 00001000이다.

호출기준

호출기준은 호출순서번호이다. 이 마당의 형식을 그림 16−22에 보여 주었다.

그림 16−22. 호출기준마당

통보형식

통보형식은 통보의 목적을 식별하는 한 바이트마당이다. 통보형식에는 네가지가 있다. 즉 호출확립통보, 호출정보통보, 호출끝통보, 기타통보. 가능한 통보들을 아래에 서술한다.

호출확립통보 다음과 같은것들이 호출확립통보들이다.

- **설치** 망을 호출하는 사용자 또는 망이 호출된 사용자에게 호출을 초기화하기 위하여 보낸다.
- **설치확인** 호출된 사용자가 망에 또는 망이 호출자에게 보내서 설치가 접속됐음을 지적한다. 이 통보는 접속이 실시되였다는것을 의미하지 않는다(더이상 정보가 요구된다.). 단지 요구되는 과정이 시작되였음을 의미한다.
- **접속** 호출된 사용자가 망에 또는 망이 호출자에게 보내서 호출허락을 지시한다.
- **접속확인** 망이 호출된 사용자에게 요구하는 접속이 보장되였음을 알리기 위하여 보낸다.
- **진행** 망이 호출된 사용자에게 호출확립이 진행중에 있다는것을 가리키기 위하여 보낸다. 이 통보는 호출확립과정이 더 시간을 필요로 한다면 《대기하시오》라는 요구로서 작용한다.

- **경계** 호출된 사용자가 망에 또는 망이 호출자에게 호출사용자경계(종울리기)가 초기화되는것을 알리기 위하여 보낸다.
- **호출처리** 호출된 사용자가 망에 또는 망이 호출자에게 요구되는 호출확립이 초기화되였으며 더이상 정보가 필요 없음을 알리기 위하여 보낸다.

호출정보통보 다음과 같은것들이 호출정보통보이다.

- **다시시작** 사용자가 망에 중단되였던 호출을 다시 시작할것을 요구하여 보내는 통보
- **다시시작확인** 망이 사용자에게 호출다시시작요구에 확인하여 보낸 통보
- **중단** 사용자가 망이 호출을 중단시킬것을 요구하여 보내는 통보
- **중단확인** 망이 사용자에게 호출중지요구를 확인하여 보내는 통보
- **중단거절** 망이 사용자에게 호출중지요구를 거절하여 보내는 통보
- **사용자정보** 사용자가 망에 보내서 원격사용자에게 전달되는 통보. 이 통보는 사용자가 다른 대역신호화를 리용하여 정보를 보내게 한다.

호출끝통보 다음의것들이 호출끝통보이다.

- **접속분리** 호출자가 망에 또는 망에 호출된자에게 종단−종단접속을 끝내기 위하여 보내는 통보(종결)
- **개방** 사용자 또는 망이 통로를 분리하고 개방할 목적을 알리면서 보낸 통보
- **개방완성** 사용자 또는 망이 통보가 개방되였음을 보여 주면서 보내는 통보

기타통보 기타통보들은 특정의 봉사규약에서 정의된 정보를 나른다. 이 통보들은 일상통신에 리용되지 않으므로 여기서는 서술하지 않는다.

정보요소

정보요소마당에는 호출확립에 요구되는 접수에 대한 세부내용 실례로 송신기와 수신기주소(아래에서 본다.), 경로화정보, B통로교환에 요구되는 망형식(회선교환, ×25, ATM, 프레임중계 등)이 포함된다(그림 16−23). 매개 요소들의 세부는 복잡하며 이 책에서는 고찰하지 않는다.

그림 16−23. 정보요소

정보요소형식 정보요소는 여러개의 바이트로 구성된다. 한 바이트정보요소는 형식 1 또는 형식 2를 가질수 있다. 형식 1에서 첫 비트는 0이며 다음 세 비트는 보내고 있는 정보를 식별하고 나머지 4bit는 특정의 내용이나 요소의 속성을 나른다. 형식 2요소들은 비트

1로 시작된다. 나머지는 ID에 예약된다. 여러 바이트정보요소에서 첫 바이트의 첫 비트는 0이고 나머지는 ID이다. 두번째 바이트는 바이트길이를 정의한다. 나머지 바이트들은 내용이다(그림 16−24).

그림 16−24. 정보요소형식

주소화 정보요소의 한가지 중요한 형식은 주소화이다. ISDN은 그림 16−25에서와 같은 형식에 기초한 주소화체계를 권고한다.

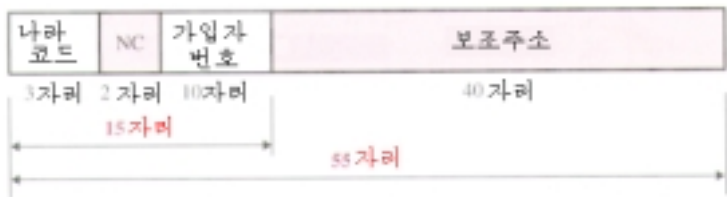



그림 16−25. ISDN에서 주소화

나라코드는 세개 수자로 구성된다. NC마당은 민족코드이며 두 수자이다. 이것은 여러개의 ISDN망을 가진 나라들에서 특정의 망을 식별한다. 가입자번호는 민족전화번호에서 잘 알려 진 10개 수자이다. 첫 세개는 지역코드, 7개 수자는 전화번호이다. 이 15개 수자들이 가입자 NT 1 에 대한 접근을 정의한다. 그러나 흔히 주어 진 NT 1 은 NT 2 을 통하여 직접 또는 간접적으로 접속된 여러개의 장치를 가질수 있다. 이 상태에서 매개 장치는 보조주소로 식별된다. ISDN은 보조주소에 40개까지의 수자를 허용한다.

16. 5. 광대역ISDN

ISDN이 초기에 설계될 때 64kbps～1.544Mbps의 자료속도는 모든 현존 전송요구를 다 만족시켰다. 그러나 원격통신망응용이 발전함에 따라 이 속도는 적당하지 못하게 되였다. 또한 본래의 통과대역은 너무 좁아서 장성하는 수자봉사장치공업이 형성한 다량의 신호를 동시적으로 나를수 없다.

그림 16−26은 여러 응용들이 요구하는 비트속도를 보여 준다. 보는바와 같이 어떤것

들은 BRI와 PRI 능력을 다 벗어 난다.

다음 세대 기술의 요구에 맞게 광대역 ISDN(B-ISDN)이 연구중에 있다. 본래의 ISDN은 지금 협대역 ISDN(N-ISDN)이라고 한다. B-ISDN은 600Mbps의 자료속도로서 망가입자들을 봉사하는데 이것은 거의 PRI속도의 400배이다. 현재보다 높은 속도를 지원할수 있는 기술은 있으나 아직까지는 실현되지도 규격화되지도 못하고 있다.

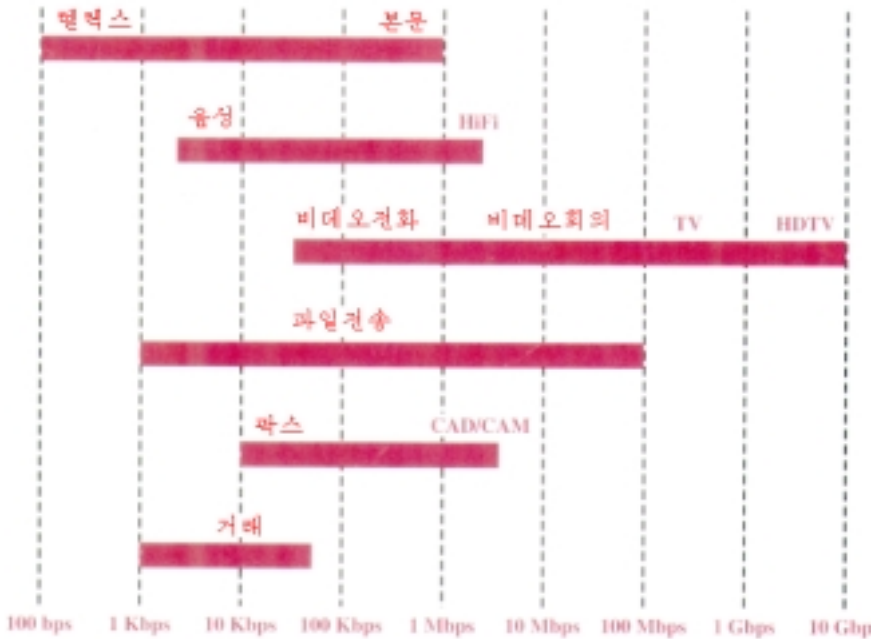



그림 16-26. 여러 응용들에 대한 비트속도

이 장의 초기에 본바와 같이 협대역 ISDN은 전화체계의 론리적인 발전의 산물이다. 그러나 광대역 ISDN은 통신의 전체 상태를 급속히 변화시킨다는 견지에서 하나의 변혁이다. B-ISDN은 모든 급의 원격통신에서 금속케블을 빛섬유케블로 바꾼것에 기초하고 있다. 이웃들사이에 전화선이 늘어 져 있는것을 보면 이러한 변혁이 아직 넓은 범위에서 일어 나지 못했다는것을 알수 있다. 그러나 원격통신과 망결합분야에서의 기본연구 및 개발은 이러한 변혁을 가져 오기 위하여 노력하고 있다.

봉사

B-ISDN은 두가지 봉사 즉 호상작용 및 분산형봉사를 보장한다(그림 16-27).

호상작용봉사

호상작용봉사는 두 가입자 또는 가입자와 봉사자사이의 2선교환을 요구하는것이다. 이

봉사에는 회화식, 통보식, 검색식의 세가지 형식이 있다.

- **회화식** 회화식봉사는 실시간교환(저축-전송과 반대로)을 지원하는 전화호출과 같은 것이다. 이 실시간봉사는 전화, 비데오전화, 비데오회의, 자료전송등에 리용될수 있다.

그림 16-27. B-ISDN봉사

- **통보식** 통보식봉사는 저축-전송교환이다. 이 봉사들은 쌍방향이며 교환의 모든 부분들이 동시에 리용될수 있다는것을 의미한다. 그러나 실제적인 교환은 실시간으로 진행되지 못할수도 있다. 다른 가입자에게 정보를 요구하는 가입자는 두쪽이 다 동시에 리용가능하다 해도 대답을 기다려야 할수도 있다. 이 봉사에는 음성우편, 자료우편, 영상우편이 속한다.
- **검색식** 검색봉사는 정보중심이라고 하는 중심원천에서 정보를 검색하는데 리용된다. 이 봉사는 도서관과 같다. 그것은 공공접근을 허용하고 사용자들의 요구에 따라 정보를 검색하게 해야 한다. 즉 정보는 요구되지 않는 한 분산되지 않는다. 검색봉사의 실례는 가입자들이 직결서고에서 비데오자료를 선택하게 하는 비데오텍스이다. 이 봉사는 그것이 요구자와 봉사자 량쪽에서의 작용을 요구하기때문에 쌍방향이다.

분산봉사

분산봉사는 가입자가 요구될 때마다 전송을 요구함이 없이 봉사자가 가입자에게 보내는(한방향) 봉사이다. 이 봉사는 사용자조종이 있거나 없을수 있다.

- **사용자조종이 없는 봉사** 사용자조종이 없는 분산봉사는 사용자가 봉사를 요구하지 않거나 시간이나 내용을 조종하지 않는 사용자에게 하는 방송이다. 사용자선택은 그 봉사를 받든가 전혀 안 받든가 하는것이다. 이런 형식의 봉사실례는 일반적인 텔레비죤이다. 프로내용이나 시간은 봉사자가 결정한다. 사용자는 텔레비죤을 켜거나 통로를 돌릴수 있으며 특정의 프로나 특정의 방송시간을 요구할수 없다.
- **사용자조종이 있는 봉사** 사용자조종분산봉사는 원탁회의방식으로 사용자들에게 하는 방송이다. 봉사는 주기적으로 반복되여 사용자가 봉사 받는 시간을 선택하게 한다. 그러나 어느 봉사가 언제 방송인가는 봉사자의 선택에 따른다. 이러한 봉사의 실례들은 교육방송, 원격광고, 지불텔레비죤이다. 실례로 지불텔레비죤에서 프로는 제한된 시간간격내에서 만들어 질수 있다. 그 프로를 보려고 하는 사용자는 자기의 텔레비죤을 동작시켜서 그것을 수신해야 한다. 그러나 기타 조종권은 가지지 못한다.

물리층특성

B-ISDN모형은 N-ISDN과는 다른 층들로 분할된다. 이 층들은 ATM의 설계(19장을 참고)에 밀접히 련관되여 있다. ATM에 관계 없는 B-ISDN의 물리적상태는 접근방법, 기능장치그룹, 기준점들이다.

접근방법

B-ISDN은 세 준위의 사용자요구를 보장하기 위하여 설계된 세가지 접근방법을 정의한다. 즉 대칭155.520Mbp, 비대칭 155.520Mbps/622.080Mbps, 대칭 622.080Mbps(그림 16-28).

- **155.520Mbps전2중방식** 이 속도는 OC-3 SONET련결회선(20장을 참고)과 맞먹는다. 모든 N-ISDN봉사와 여러 규격비데오전송봉사에 접근하려는 거래자들을 지원할수 있도록 충분히 높은 속도이다. 이 방법은 대부분의 거주자들과 많은 업무가입자들의 요구를 충족시킨다.
- **155.520Mbps출구/622.082Mbps입구** 이 방법은 비대칭 전2중망접근을 보장한다. 출구속도는 155.520bps이며(OC-3 SONET련결회선) 입구속도는 622.080Mbps(OC-12 SONET련결회선)이다. 이것은 여러 봉사와 비데오회의의 동시적인 접수를 요구하지만 그러나 봉사제공자는 아니며 분산봉사를 방송하지 않는 업무의 요구를 만족하도록 설계된다.

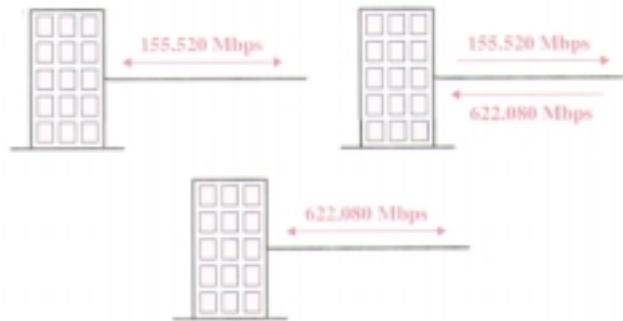



그림 16-28. B-ISDN접근

이전 가입자들의 입구요구는 출구요구보다 훨씬 크다.

한개의 속도만을 보장하면 봉사의 접수를 제한하거나 회선용량을 랑비할수 있다. 이 비대칭구성은 평등한 자원리용을 보장한다.

- **622.080Mbps전 2중방식** 이 방식은 분산봉사를 제공하고 받는 업무에 대하여 설계된다.

기능그룹

B-ISDN모형에서 장비의 기능그룹은 N-ISDN과 같다. 그러나 여기서는 B-NT1, B-NT2,

B-TE1, B-TE2, B-TA라고 한다.

기준점

B-ISDN은 또한 N-ISDN과 같은 기준점(R, S, T, U)을 리용한다. 그러나 이것들중 몇개는 현재 검사중이며 재정의될수 있다.

16. 6. ISDN의 미래

N-ISDN은 상사전화체계를 음성과 자료전송을 위하여 수자식으로 바꾸도록 설계되였다. 설계는 기술진보와 N-ISDN장비의 대량생산이 전화가입자들에게 ISDN이 알맞게 되도록 할수 있다는 가정밑에 제기되였다.

사실상 N-ISDN은 일부 유럽나라들에서 사용자들의 요구에 따라 규격전화회선을 교체하였다. 그러나 일부 나라들에서는 이 교체가 지연되고 있으며(요구에 따라) 새로운 기술(케블모뎀 ADSL등)이 N-ISDN리용을 문제시되게 하였다. 그러나 ISDN이 몇가지 리유로 하여 여전히 좋은 해결방도로 고찰될수 있다. 우선 ISDN은 가입자구내까지 최소의 비용으로 도달할수 있으며 봉사는 많은 사용자들(비데오를 임의로 요구하는 사용자는 아니다.)의 요구를 충족시킬수 있다. 둘째로, 가입자가 ISDN회선의 전체 대역을 다 리용할수 있게 하는 새로운 장치가 시장에 출현하였다. 이것은 그것이 다른 기술들과 경쟁하게 한다. 셋째로, 그 규약이 새로운 기술과 새로운 전송매체를 리용하여 보다 높은 자료속도로 갱신될수있게 유연하다. 넷째로, N-ISDN은 B-ISDN의 선조로 되며 그 자료속도는 앞으로 충분히 달성된다.

16. 7. 실마리어

1차속도대면부(PRT)
가상3진부호화
같은대역신호화
구내교환(PBX)
기초속도대면부(BRT)
관리평면
광대역ISDN(B-ISDN)
다른대역신호화
말단장치 1(TE1)
말단장치 2(TE2)
말단장치식별자(TEI)
말단적응기(TA)
망말단 1(NT1)
망말단 2(NT2)
보충봉사
봉사접근점식별자(SAPI)
분산봉사
배어러봉사
배어러통로(B통로)
사용자평면
상사망
수자망
수자식종합통신망(ISDN)
수자흐름관
자료통로(D통로)
정보요소
조종평면
종합수자망(IDN)

통보	Q.931
호상작용봉사	R대면부(R기준점)
혼성통로(H통로)	S대면부(S기준점)
원격봉사	T대면부(T기준점)
I.430	U대면부(U기준점)
I.431	

16. 8. 요약

- ISDN은 종합수자망을 통하여 사용자들에게 수자봉사를 제공한다.
- 수자봉사는 세가지 부류로 갈라진다.
  ㄱ) 배어러봉사−정보내용에 대한 망조직이 없다.
  ㄴ) 원격봉사−망은 정보내용을 변화 또는 처리할수 있다.
  ㄷ) 보충봉사−혼자서는 못하고 배어러봉사 또는 원격봉사와 같이 리용되여야 한다.
- 수자흐름관은 시분할다중화된 통로로 이루어 진 고속행로이다. 세가지 통로형식이다.
  ㄱ) 배어러(B): 기초사용자통로
  ㄴ) 자료(D): B통로의 조종을 위하여, 저속자료전송, 기타 응용
  ㄷ) 혼성(H): 고속응용
- BRI는 두개의 B통로와 한개의 D통로로 이루어 진 수자흐름관이다.
- PRI는 23개의 B통로와 한개 D통로로 이루어 진 수자흐름관이다.
- 세가지 장치기능그룹은 사용자들이 ISDN에 접근하게 한다. 즉 망말단, 말단장치, 말단적응기.
- 두가지 망말단이있다.
  ㄱ) NT1−사용자구내에서 ISDN의 물리 및 전기적종단을 조종하는 장치
  ㄴ) NT2−OSI모형의 1−3층에 관계되는 기능을 수행하는 장치
- 말단장치(DTE와 비슷한 자료원천)는 다음과 같이 분류된다.
  ㄱ) TE1−ISDN규격에 적합시키는 가입자장치
  ㄴ) TE2−ISDN규격에 적합시키지 않는 가입자장치
  ㄷ) TA−TE2의 자료를 ISDN형식으로 변환한다.
- 기준점은 ISDN대면부를 정의한다. 기준점들은 다음과 같다.
  ㄱ) R: TE2와 TA사이
  ㄴ) S: TE또는 TA와 NT사이
  ㄷ) T: NT1과 NT2사이
  ㄹ) U: NT1과 ISDN국사이
- ISDN구조는 세개 평면으로 구성된다. 매개는 OSI의 7층으로 이루어 진다. 그 평면들은 다음과 같다.
  ㄱ) 사용자평면: B와 H통로들의 기능을 정의한다.

ㄴ) 조종평면: 신호화목적으로 리용될 때 D통로의 기능을 정의한다.

ㄷ) 관리평면: 이 두개 평면을 포함하며 망관리에 리용된다.

- 사용자와 조종평면의 물리층은 같다.
- BRI는 192kbps의 속도를 가진다(4,000프레임/s, 48bit/프레임).
- PRI는 1.544Mbps의 속도를 가진다(800프레임/s, 193bit/프레임).
- TE와 NT사이거리는 접속, 위상구조, TE들의 위치에 관계된다.
- 자료련결층에서 B통로는 LAOB규약을 리용한다. D통로는 LAPD규약을 리용한다. 이것은 HDLC와 비슷하다.
- 망층에서 D통로자료파케트를 통보라고 한다. 4개 마당이 있다.

  ㄱ) 규약판별자:리용되는 규약을 식별한다.

  ㄴ) 호출기준:순서번호를 식별한다.

  ㄷ) 통보형식:통보목적을 식별한다.

  ㄹ) 정보요소:접속에 대한 정보
- B-ISDN는 빛섬유매체를 리용하여 보다 고속의 자료전송을 요구하는 사용자들의 요구를 만족시킨다. B-SIDN은 자료속도가 600Mbps이다.
- B-ISDN은 두가지 봉사를 제공한다.

  ㄱ) 호상작용봉사:두방향봉사(두 가입자 또는 가입자와 봉사자쌍)

  ㄴ) 분산봉사:봉사자로부터 가입자에로의 한 방향봉사
- B-ISDN에서 세가지 접근방법이 가능하다.

  ㄱ) 155.520Mbps전2중방식

  ㄴ) 155.520Mbps출구/1522.080Mbps입구 비대칭 전2중방식

  ㄷ) 622.080Mbps전2중방식
- B-ISDN기능그룹과 기준점을 일반 ISDN(N-ISDN)과 같다.

16. 9. 련습

복습문제

1. 수자식종합통신망의 매 단어를 설명하시오.
2. ISDN이 보장하는 세가지 봉사를 대조하시오.
3. ISDN의 발전을 간단히 고찰하시오.
4. IDN은 ISDN과 어떻게 다른가?
5. 어떤 종류의 정보가 B통로에서 전송되는가? D통로에서 어떤 정보가 전송되는가 ? H통로에서는 어떤 정보가 전송되는가?
6. 대역내신호화와 다른 대역신호화의 차이는 무엇인가?
7. BRI의 가입자는 어떤것인가? PRI의 가입자는 어떤것인가?
8. BRI의 자료속도는 얼마인가? PRI의 자료속도는 얼마인가?
9. NT1이란 무엇인가?

10. NT2이란 무엇인가?
11. TE1이란 무엇인가?
12. TE2이란 무엇인가?
13. TA이란 무엇인가?
14. 기준점이란 무엇인가?
15. ISDN층과 OSI모형층사이의 관계는 무엇인가?
16. 2B1Q부호화는 ISDN에서 어떤 역할을 노는가?
17. ISDN물리층의 기능을 설명하시오.
18. BRI가입자들에게 생기는 케블길이문제는 무엇인가? PRI에서도 같은 문제가 제기되는가? 답을 설명하시오.
19. ISDN이 리용하는 자료련결규약은 무엇인가?
20. 망층에서 네가지 통보부류를 쓰시오.
21. N-ISDN과 B-ISDN사이의 기본차이는 무엇인가?
22. B-ISDN에서 분산봉사와 호상작용봉사의 차이는 무엇인가?
23. 세가지 B-ISDN접근방법을 비교하시오.

선택문제

24. ISDN은 ____의 머리글자이다.
    ㄱ) 정보봉사수자망
    ㄴ) 호상망체계자료망
    ㄷ) 수자식종합통신망
    ㄹ) 종합신호수자망

25. ____통로는 B통로의 조종에 리용된다.
    ㄱ) BC
    ㄴ) D
    ㄷ) H
    ㄹ) C

26. _____통로는 최저자료속도를 가진다.
    ㄱ) B
    ㄴ) C
    ㄷ) D
    ㄹ) H

27. ____통로는 64kbps이상의 전송을 요구하는 응용에 리용된다.
    ㄱ) B
    ㄴ) C
    ㄷ) D
    ㄹ) H

28. ____통로는 원격측정 및 경보에 리용된다.

ㄱ) B

ㄴ) C

ㄷ) D

ㄹ) H

29. ISDN에 대한 보통사용자대면부는 PRI 또는 ____이다.

ㄱ) 비트속도대면부

ㄴ) 기초속도대면부

ㄷ) 바이트속도대면부

ㄹ) 넓은속도대면부

30. BRI는 ____으로 이루어 진다.

ㄱ) 두개의 B통로

ㄴ) 한개의 H통로

ㄷ) 한개의 D통로

ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

31. BRI를 리용할 때 부가비트는 전체 자료속도의 ____퍼센트이다.

ㄱ) 10

ㄴ) 20

ㄷ) 25

ㄹ) 30

32. PRI는 ____통로들로 구성된다.

ㄱ) 23

ㄴ) 24

ㄷ) 64

ㄹ) 65

33. 사용자구내에서 ISDN의 물리적 및 전기적종단을 조종하는 장치는 ____이라고 한다.

ㄱ) NT1

ㄴ) NT2

ㄷ) NT3

ㄹ) NT4

34. OSI모형의 1, 2, 3층에 관한 기능을 수행하는 장치를 ____이라고 한다.

ㄱ) NT1

ㄴ) NT2

ㄷ) NT3

ㄹ) NT4

35. DTE에 대한 ISDN의 등가물은 ____이다.

ㄱ) TE1

ㄴ) TE2

ㄷ) TE4
ㄹ) T3

36. ____는 비ISDN장비이다.
ㄱ) TE1
ㄴ) TE2
ㄷ) TE4
ㄹ) T3

37. ____는 (정보를) 비ISDN형식으로부터 ISDN형식으로 변환한다.
ㄱ) TE1
ㄴ) TE2
ㄷ) Tex
ㄹ) TA

38. 기준점 R는 TE2와 ____를 접속하기 위한 특성이다.
ㄱ) TE1
ㄴ) NT1
ㄷ) NT2
ㄹ) TA

39. 기준점 U는 ISDN국과 ____를 접속하기 위한 특성이다.
ㄱ) NT1
ㄴ) NT2
ㄷ) TE1
ㄹ) TE2

40. 기준점 ____은 NT1과 NT2을 접속하기 위한 특성이다.
ㄱ) R
ㄴ) S
ㄷ) T
ㄹ) U

41. 어느 ISDN평면이 신호화와 D통로에 련관되는가?
ㄱ) 사용자
ㄴ) 조종
ㄷ) 관리
ㄹ) 감시

42. 어느 ISDN평면이 B통로와 사용자정보전송에 련관되는가?
ㄱ) 사용자
ㄴ) 조종
ㄷ) 관리
ㄹ) 감시

43. 매개 PRI프레임은 ____μs걸린다.

ㄱ) 1
ㄴ) 1.544
ㄷ) 125
ㄹ) 193

44. ISDN ____에서 망은 자료의 내용을 변화 또는 처리할수 있다.
ㄱ) 배어리봉사
ㄴ) 원격봉사
ㄷ) 보충봉사
ㄹ) 이중에 없음

45. ISDN ____에서 망은 자료의 내용을 변화 또는 처리하지 않는다.
ㄱ) 배어리봉사
ㄴ) 원격봉사
ㄷ) 보충봉사
ㄹ) 이중에 없음

46. B−ISDN에서 가입자와 봉사자사이 또는 두 가입자사이의 일반부류봉사는 ____봉사이다.
ㄱ) 호상작용
ㄴ) 분산
ㄷ) 회화식
ㄹ) 통보식

47. B−ISDN에서 공공중심에서 정보를 얻는다면 그것은 ____봉사를 리용하는것이다.
ㄱ) 회화식
ㄴ) 통보식
ㄷ) 검색
ㄹ) 분산

48. ____봉사에서 모든 전송은 두 실체사이의 실시간전송이다.
ㄱ) 회화식
ㄴ) 통보식
ㄷ) 검색
ㄹ) 분산

49. B−ISDN에서 통보를 저축−전송한다면 그것은 ____봉사이다.
ㄱ) 회화식
ㄴ) 통보식
ㄷ) 검색
ㄹ) 분산

50. 일반텔레비죤은 ____의 실례이다.
ㄱ) 통보식봉사
ㄴ) 회화식봉사

ㄷ) 사용자조종 없는 분산봉사
ㄹ) 사용자조종 있는 분산봉사

51. 어느 B-ISDN접근방법이 분산봉사를 받지만 다른쪽에 분산봉사를 제공하지 않으려는 거래자를 위하여 설계되는가?
ㄱ) 155.520Mbps전2중방식
ㄴ) 1550520 및 622.080Mbps비대칭전2중방식
ㄷ) 522.080Mbps전2중방식
ㄹ) 400Mbps전2중방식

련습문제

52. 장치가 언제 B통로를 리용하는가? 프레임당 몇비트를 전송하는가?
53. 장치가 언제 D통로를 리용하는가? 프레임당 몇비트를 전송하는가?
54. D통로의 주소마당의 내용이 0100000000100101이다. TE의 주소는 얼마인가?
55. TE의 주소가 104이고 D통로는 신호화에 리용된다. D프레임의 주소마당의 내용을 쓰시오.
56. 비트렬 011110111111을 2B1Q로 부호화시오.
57. 세개의 장치가 BRI봉사에 접속된다. 첫번째는 B통로를 리용하여 본문 《HI》를 보낸다. 2번째는 다른 B통로를 리용하여 《BE》를 보낸다. 세번째는 D통로를 리용하여 비트패턴 1011을 보낸다. BRI프레임의 내용을 쓰시오(부가비트무시).
58. ISDN은 다른 대역신호화를 리용했는데 이때 D통로가 리용된다. D통로가 자료전송에 리용된다면 어떤 현상이 생기는가? 여전히 이것은 다른 대역신호화인가?
59. ISDN주소마당이 몇개의 나라를 정의할수 있는가? 매개 나라에서 몇개의 망이 정의될수 있는가? 망에(NT1 또는 NT2) 얼마나 많은 가입자들이 련결되는가? 가입자당 TE는 얼마나 되는가? 총적으로 TE는 얼마나 되는가?
60. 주소 2311317812113278을 가진 NT1에 44563141121312의 주소를 가진 NT1이 접속하려고 한다. 이 접속이 국내인가? 국외인가? 원천 및 목적지의 나라주소는 무엇인가? 망번호는 얼마인가?
61. 두개이 TE가 그림 16-29처럼 ISDN망을 통하여 접속된다. 그것들사이에 접속을 확립하기 위하여(망층에서) 교환되는 D통로 파케트 순서를 쓰시오. 어디에 ISDN주소가 포함되는가?

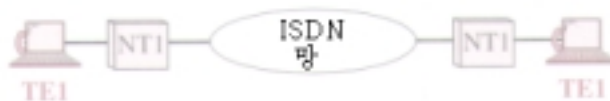



그림 16-29. 문제 61, 62

62. 문제 61을 반복하시오. 접속종결기간에 교환되는 D통로 파케트순서를 제시하시오.

제１７장. X.25

X.25는 1976년에 ITU-T가 개발한 파케트교환광지역망이다. 그때로부터 몇가지 갱신이 진행되였다. ITU-T규격에 주어 진 공식적인 정의에 의하면 X.25는 공중자료망에서 파케트방식으로 말단조작을 위한 자료말단장치(DTE)와 자료회선종단장치(DCE)사이의 대면부이다.

그림 17-1은 X.25에 대한 직관적개념을 준다. 비록 X.25가 종단-종단규약이기는 하지만 망을 통한 실지 파케트들의 움직임은 사용자에게 보이지 않는다. 사용자는 망을 수신DTE까지 파케트가 통과하는 과정에 놓여 있는 어떤 구름처럼 보게 된다.

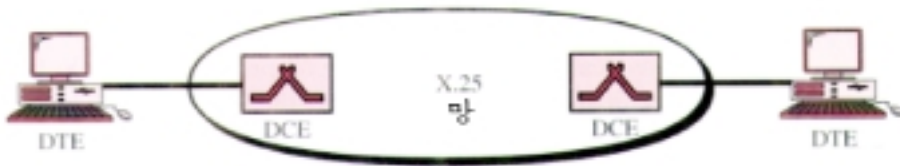



그림 17-1. X.25

X.25는 파케트방식의 말단이 자료교환을 위하여 파케트망에 어떻게 접속될수 있는가를 정의한다. 그것은 접속을 확립하고 유지하며 끝내는데 필요한 절차를 서술한다. 또한 역부담, 호출방향, 지연조종 등의 기능을 보장하는 《편리》한 봉사묶음을 서술한다.

X.25는 가입자망대면부(SNI)규약으로 알려 져 있다. 그것은 사용자의 DTE가 망과 어떻게 통신하며 파케트들이 DCE를 리용하여 망에 어떻게 전송되는가를 정의한다. 그것은 가상회선파케트교환방법(SVC와 PVC)을 리용하며 비동기(통계적)TDM을 리용하여 파케트들을 다중화한다.

１７．１．X.25층

X.25규약은 세개 층 즉 물리층, 프레임층, 파케트층을 규정한다. 이 층들은 OSI모형의 물리층, 자료련결층, 망층에서의 기능을 정의한다. 그림 17-2는 X.25층들과 OSI층들사이의 관계를 보여 준다.

물리층

물리층에서 X.25는 X.21(X.21bis)규약을 규정하는데 ITU-T에서 X.25를 위하여 특별히 규정한것이다. 그러나 X.21은 EIA-232와 같은 다른 물리층규약과 비슷하며 X.25는 다른것들을 원만히 지원할수 있다(이전 대면부규약은 6장을 참고).

프레임층

프레임층에서 X.25는 평형련결접근절차(LAPB)라는 비트지향규약을 리용하는 자료련결조종을 보장하는데 이것은 HDLC의 보조층이다(11장을 참고). 그림 17−3은 LAPB파케트의 일반형태를 보여 준다.

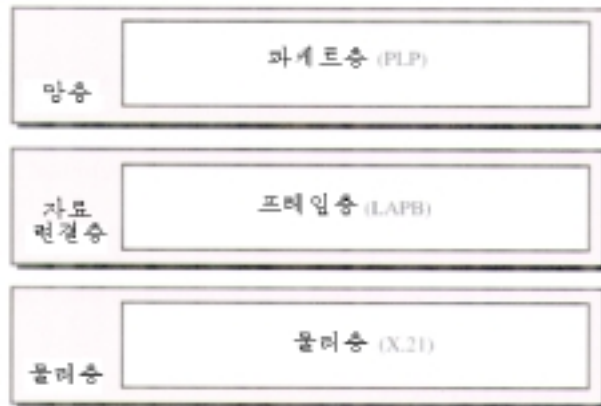



그림 17−2. X.25층과 OSI층들의 관계

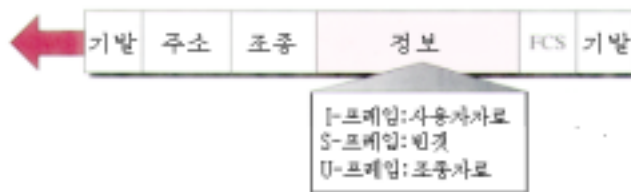



그림 17−3. 프레임의 형식

기발, 주소, 조종 FCS마당은 11장에서 본것과 꼭 같다. 그러나 여기서는 통신이 점대점비동기평형방식이기때문에 두개의 주소 00000001(DTE에서 나오는 지령과 이 지령의 응답에 대한것)과 00000011(DCE에서 나오는 지령과 이 지령의 응답에 대한것)만이 있게 된다. 그림 17−4는 주소가 프레임층에서 어떻게 리용되는가를 보여 준다.

프레임의 세 종류

11장에서 고찰한바와 같이 HDLC(그리고 그로부터의 LAPB)는 세가지 프레임 즉 I프레임, S프레임, U프레임을 가진다.

- **I−프레임** I 프레임은 망층으로부터의 DLP파케트를 교갑화하는데 리용된다.
- **S−프레임** 이것은 프레임층에서의 오유 및 흐름 조종을 위한것이다.
- **U−프레임** 이것은 DTE와 DCE사이의 련결을 설정하고 분리하는데 리용된다. 이 종류에서 LAPB가 가장 많이 리용하는 세개의 파케트는 SABM(또는 확장주소방

식이 리용된다면 ESABM), UA, DISC이다(이 파케트들에 대해서는 11장을 참고).

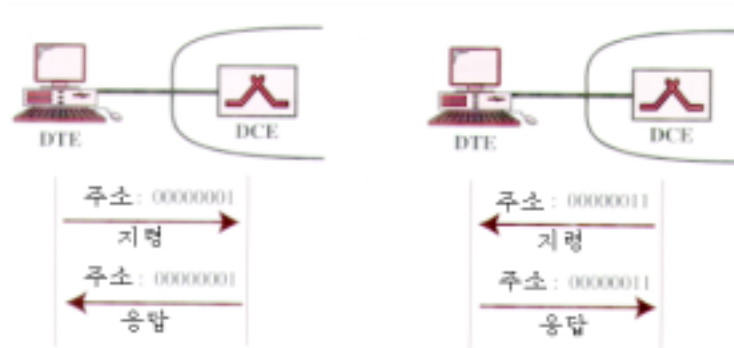



그림 17-4. 프레임층에서의 주소화

프레임층상태

프레임층에서 DTE와 DCE사이의 통신은 세가지 상태를 포함한다. 즉 련결설정, 파케트전송, 련결분리(그림 17-5).

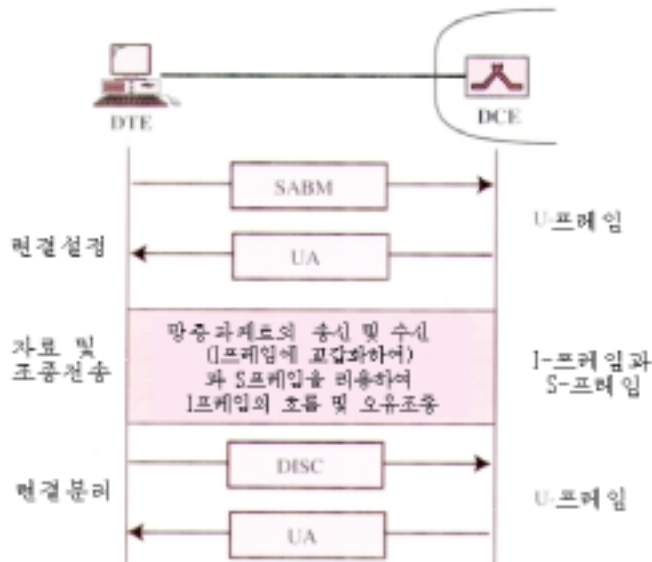



그림 17-5. 프레임층의 세 상태

- **련결설정** DTE와 DCE사이의 련결이 설정된 다음에야 파케트층으로부터의 파케트가 전송될수 있다. DTE든 DCE든 SABM(비동기평형방식설정)프레임을 보냄으로써 련결을 설정할수 있다. 응답쪽은 UA프레임(무번호확인)을 보내서 련결이 실지로 설정됨을 알린다.

- **자료전송** 련결이 확립되면 두쪽이 I프레임과 S프레임을 리용하여 망층파케트(자료와 조종)를 송수신할수 있다.
- **련결분리** 망층이 더는 련결을 필요로 하지 않을 때 어느 한쪽이 분리(DISC)프레임을 내보내여 접속분리를 요구한다. 다른쪽은 UA프레임으로 대답한다.

파케트층

X.25에서 망층을 파케트층규약(PLP)이라고 한다. 이 층은 접속확립과 자료전송, 접속끝내기를 맡고 있다. 또한 가상회선의 창조와 두 DTE사이의 망봉사를 교섭하는것도 담당한다. 프레임층이 DTE와 DCE사이의 접속을 담당한다면 파케트층은 두 DTE사이의 접속을(종단−중단 접속) 담당한다. X.25는 두 준위에서(프레임층과 망층) 흐름조종 및 오유조종을 리용한다. DTE와 DCE사이의 오유 및 흐름조종은 프레임층의 권한에 속한다. 두 DTE사이의 종단−종단 흐름 및 오유조종은 파케트층의 권한에 속한다. 그림 17−6은 프레임층과 망층령역의 분담차이를 보여 준다.

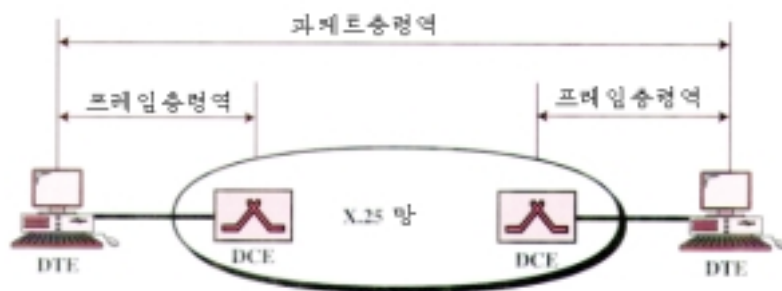



그림 17−6. 프레임층과 파케트층령역

가상회선

X.25규약은 파케트가상회선교환망이다. X.25에서 가상회선은 망층에서 창조된다는것을 주목해야 한다(프레임중계와 ATM과 같은 광지역망에서는 자료련결층에서 창조). 이것은 DTE와 DCE사이에 확립된 물리적접속이 망층에서 몇개의 가상회선를 나를수 있다는것을 의미한다. 이때 매개는 자료나 조종정보를 나르는것을 담당하는데 이 개념이 대역내신호화이다. 그림 17−7은 세개의 가상회선이 DTEA와 세개의 다른 DTE들사이에 창조된 X.25망을 보여 준다.

가상회선식별자

X.25에서 매개 가상회선은 파케트들이 리용하도록 식별되여야 한다. X.25에서 가상회선식별자를 론리적통로번호(LCN)라고 한다. 가상회선이 DTE사이에 확립되면 항상 한쌍의 LCN(하나는 국부 DTE와 DCE사이의 가상회선을 정의하는것과 다른 하나는 원격 DTE와 DCE

사이의 가상회선을 정의하는것)이 생긴다. 두개의 LCN을 가지는 리유는 LCN령역을 국부적으로 하기때문이다. 이것은 매개 국부접속에 대하여 LCN모임이 작아 지게 하며 결국 LCN마당을 짧게 한다. 대역적인 LCN은 LCN모임을 크게하며 따라서 보다 더 긴 LCN마당을 요구한다. 국부 LCN은 같은 LCN모임이 충돌없이 두 쌍의 DTE−DCE련결에 리용되도록 한다. 그림 17−8은 X.25망의 LCN을 보여 준다.

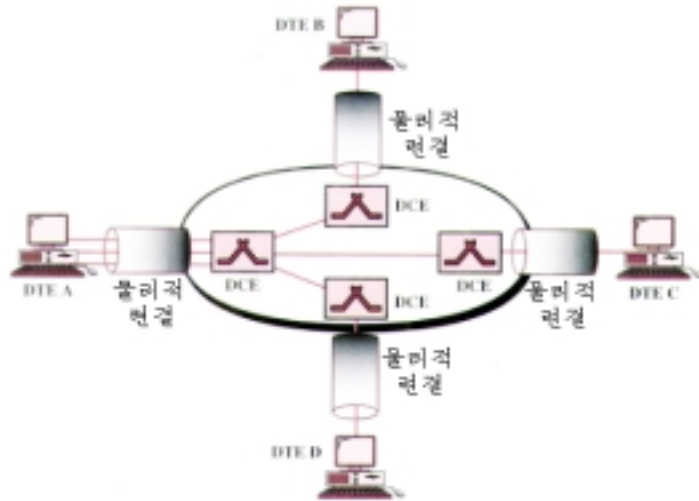



그림 17−7. X.25에서의 가상회선

그림 17−8. X.25의 LCN

X.25는 영구 및 가상회선교환을 다 리용한다(PVC와 SVC). PVC는 X.25망보장자가 확립한다. 그것들은 전화망에서 임대회선과 비슷하다. LCN은 망보장자가 영구적으로 배당한다. SVC는 매개 대화에서 확립된다. 망층은 조종파케트를 리용하여 접속을 설정한다. 접속이 확립된후 두개의 DTE−DCE련결들에 LCN이 배당된다. 자료전송이후 가상회선은 분리되며 LCN은 더이상 타당하지 못하다.

망층에서 가상회선확립과 개방은 프레임층에서의 련결설정과 분리와 다르다는것을 주목해야 한다. 전형적인 상태에서 다음의 다섯가지 사건이 일어 난다.

ㄱ) 국부 DTE와 DCE사이, 원격 DTE와 DCE사이에 련결이 설정된다.

ㄴ) 국부 DTE와 원격 DTE사이에 가상회선이 확립된다.

ㄷ) 자료는 두 DTE사이에서 전송된다.

ㄹ) 가상회선은 개방된다.

ㅁ) 련결은 분리된다.

LCN배당

X.25는 4096(2^{12})까지의 LCN을 허락한다. 그림 17-9는 이 LCN이 어떻게 배당되는가를 보여 준다. 한 방향 LCN은 한방향통신에 리용된다. 두 방향 LCN은 2중통신에 리용한다.

그림 17-9. LCN배당

PLP파케트

PLP파케트의 일반형식은 그림 17-10에서 보는바와 같이 3 또는 4byte머리부와 선택정보마당을 가진다.

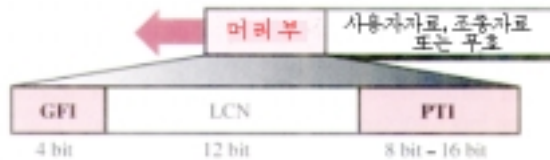



그림 17-10. PLP파케트형식

이 머리부안의 마당들은 다음과 같다.

- **일반형식식별자(GFI)** 일반형식식별자(GFI)는 4bit마당이다. 첫 비트는 Q비트인데 조종정보의 원천을 정의한다. PLP에 대하여 0, 기타 높은 층규약에 대여 1. D(전송)비트는 어느 장치가 파케트를 확인해야 하는가를 규정한다. 0이면 국부 DCE, 1이면 원격 DTE. GFI의 마지막 두 비트는 순서번호마당의 크기를 나타낸다. 01이면 순서번호는 오직 3bit이다. 즉 모듈나누기 8(0-7), 10이면 순서번호는 7bit이며 모듈나누기 128(0-127)이다.
- **론리적통로번호(LCN)** LCN은 주어 진 전송에 선택된 가상회선을 식별하는 12bit마당이다. 규약은 초기에 4bit의 LGCN(론리그룹통로번호)과 8bit의 LCN(론리통로번호)을 정의하여 가상회선식별자에 대한 계층구조를 주었다. 그러나 보통 그 조합을

LCN이라고 한다.

- **파케트형식식별자(PTI)** PTI는 파케트의 형식을 정의한다. 이 마당의 내용은 매개 파케트에 대하여 다르다. 이에 대해서는 다음 절에서 고찰한다.

두 종류의 파케트

PLP준위에서 파케트는 두개의 넓은 범위 즉 자료파케트와 조종파케트로 나누어 볼수 있다. 또 조종파케트는 두가지 형식 즉 RR, RNR, REJ파케트에 리용되는것과 나머지 파케트에 대한것으로 갈라 진다(그림 17-11).

그림 17-11. PLP파케트의 종류

자료파케트 자료파케트는 사용자자료를 전송하는데 리용된다. 그림 17-12는 자료파케트의 구조를 보여 준다. 일반형식은 단순하다. 즉 머리부와 사용자마당. 그러나 머리부는 복잡하며 여기서 고찰할 필요가 있다. 정보파케트에 대하여 두가지 형식 즉 짧은것과 긴것이 있다. 자료파케트에서 PTI마당은 4개 구간으로 이루어 진다. P(S)와 P(R)는 흐름 및 오유조종을 위한 파케트순서번호를 나른다. P(S)는 파케트송신을 표시하며 송신되는 파케트순서번호를 지시한다. P(R)는 파케트수신을 표시하며 수신기가 기대하는 다음 파케트의 순서번호이다. 이 마당은 두쪽이 다 송신자료를 가질 때 자료파케트에 확인을 부가하는데 리용된다. 보다 짧은 머리부에서 P(S)와 P(R)마당은 다 세 비트이다(0~7까지 순서번호). 긴 머리부에서 매개 마당은 7개 비트를 포함한다(0-127까지의 순서번호). M비트는 같은 단위에 속하는 파케트묶음을 정의한다. 이 비트는 그 단위(실례로 통보)에 파케트가 더 있는 경우에는 1, 그 파케트가 마지막인 경우는 0으로 된다. 자료파케트는 세번째 바이트의 LSB를 0으로 해서 조종파케트와 구별된다.

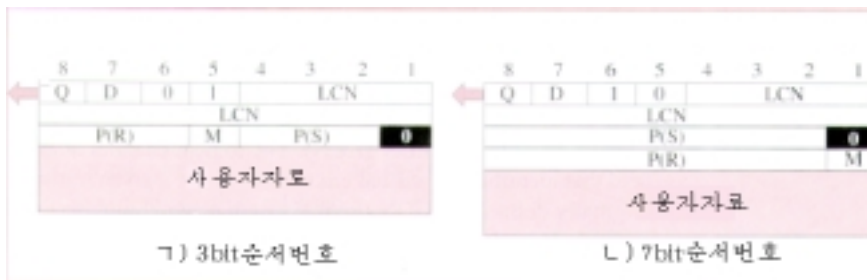



그림 17-12. PLP층에서 자료파케트

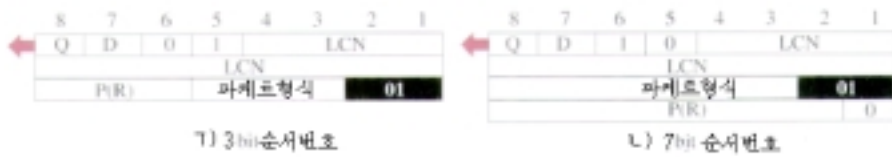



그림 17-13. RR, RNR, REJ파케트

RR, RNR, REJ파케트 RR(수신준비), RNR(수신불가능), REJ(제거)파케트들은 세번째 바이트의 두개 최소비트들이 01로 된 머리부로 이루어 진다. 그림 17-13은 이 파케트들의 일반형식을 보여 준다. 머리부는 본질적으로 자료파케트와 같으며 하나만 차이난다. 즉 이것들은 흐름 및 오유조종을 위한것들이므로 자료를 나르지 않고 따라서 P(S)마당이 없다. 대신에 새로운 마당 즉 파케트형식마당을 포함하는데 파케트의 목적을 서술하는 코드가 들어 있다.

이 파케트는 세가지형식 즉 RR, RNR, REJ을 가진다. 그것들을 아래에 서술한다.

- **RR(000)** 수신준비(RR)는 장치(DTE또는 DCE)가 파케트를 더 수신할수 있음을 의미한다. 그것은 또한 P(R)마당에 기대되는 다음 파케트의 번호를 지적함으로써 자료파케트의 접수를 확인한다.
- **RNR(001)** 수신불가능(RNR)은 장치가 이 순간에 파케트를 받을수 없다는것을 의미한다. 다른쪽은 이 파케트를 받자마자 송신을 정지해야 한다.
- **REJ(010)** 제거(REJ)는 P(R)마당에서 식별된 파케트에 오유가 있다는것을 의미한다. 다른쪽은 지적된 파케트를 포함하여 그 이후의것을 다 다시 송신해야 한다(*n*개되돌이오유회복).

기타조종파케트 기타 형식의 조종파케트들은 머리부에 추가적인 정보를 나른다. 그러나 그 정보는 오직 조종을 위한것이며 사용자자료를 포함하지 않는다. 이 파케트는 순서번호를 나르지 않기때문에 한개 머리부크기로만 되여 있다. 이런 파케트들에서 세번째 바이트의 아래 두개 비트가 11로 된다. 그림 17-4는 머리부의 일반형식을 보여 준다. 이것은 P(R) 또는 P(S)마당이 없는것이외에 정보파케트와 같다.

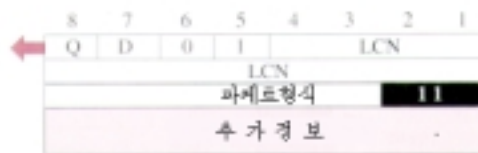



그림 17-14. 기타 조종파케트

조종파케트의 파케트형식마당은 6bit이며 64개의 기능을 규정할수 있다. 그러나 현재 의미를 가지는 가능한 코드는 얼마 안된다. 표 17-1은 이 몇가지 형태를 보여 준다. 각이한 형태에 대한 파케트형식을 그림 17-15에 보여 준다. 매개 형태의 기능은 아래에 서술된다.

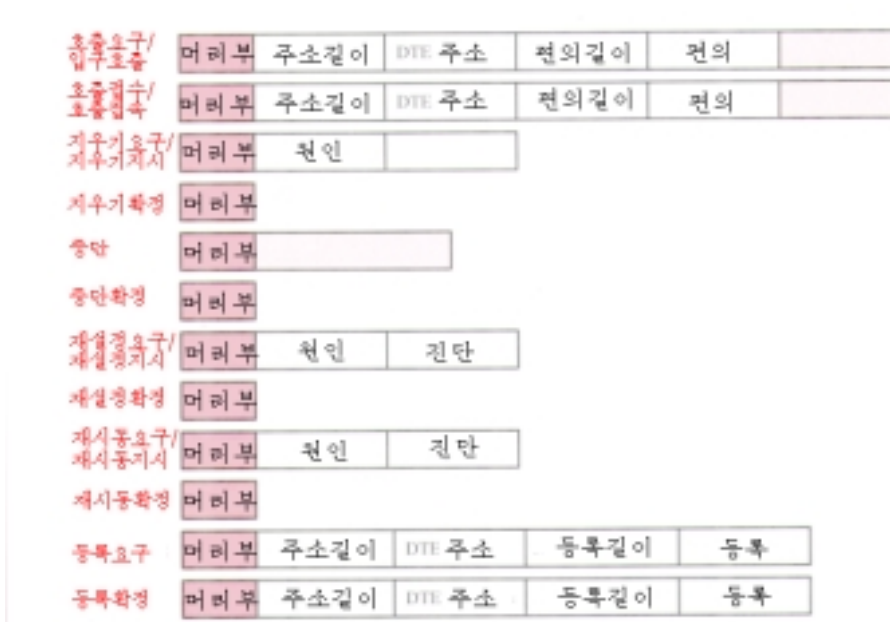



그림 17-15. 조종파케트형식

- **호출요구/입구호출** 호출요구와 입구호출파케트는 두 DTE사이의 접속확립을 요구하는데 리용된다. 호출요구는 국부 DTE에서 국부 DCE로 간다. 입구호출은 원격 DCE에서 원격 DTE로 간다. 매개 파케트들은 추가로 머리부에 주소길이, DTE들의 주소, 어떤 편이길이, 등록코드와 자료기지접근정보들의 선택정보를 규정하는 마당을 포함한다. 편이는 계약적인 조건 또는 호출마다에 포함될수 있는 선택봉사이다. 편의는 사용자들과 망봉사자들사이의 합의에 의하여 보장된다. 계약적인 선택은 입구호출빗장, 출구호출빗장, 흐름조종파라메터의 교섭, 고속선택접수, D비트변경 등의 봉사를 포함할수 있다. 호출당 선택은 흐름조종교섭, 고속선택, 역부담을 포함한다.
- **호출접수/호출접속** 호출접수와 호출접속파케트는 호출된 체계가 요구된 접속을 접수한다는것을 가리킨다. 그것들은 호출요구과 입구호출파케트에 응답하여 보내진다. 호출접수는 원격DTE가 원격DCE에 보내는것이며 호출접속은 국부DCE가 국부DTE에 보내는것이다.
- **지우기요구/지우기지시** 지우기요구와 지우기지시파케트는 교환이 끝나면 접속을 분리하기 위하여 DTE나 DCE의 지우기를 시작한다. 이 파케트들은 또한 원격DTE가 요구된 접속을 접수할수 없을 때 입구호출파케트에 부인하는데 리용될수 있다.
- **지우기 확인** 지우기확인파케트는 우에서 서술한 지우기지시파케트에 대한 응답으로 보낸다.
- **새치기** 새치기파케트는 비상사태에서 교환을 중지하고 주의를 주는데 리용된다. 교환중의 DTE나 DCE들이 내보낼수 있으며 경보로서 작용한다. 실례로 국부 DTE가 원격DCE로부터 확인이나 부인이라는것도 없이 오래동안 기다린다고 하자. 그것의 창문은 끝에 도달한다. 이렇게 하면 더는 파케트를 송신할수 없으며 탈퇴할수가 없

다. 그때에 새치기통보를 보내서 주의를 끈다.

표 17-1　　　　　　　조종파케트형태

DTE – DCE	DCE – DTE	형식
호출요구	입구호출	000010
호출접수	호출접속	000011
지우기요구	지우기지시	000100
지우기확정	지우기확정	000101
중단	중단	001000
중단확정	중단확정	001001
재설정요구	재설정지시	000110
재설정확정	재설정확정	000111
재시동요구	재시동지시	111110
재시동확정	재시동확정	111111
등록요구		111100
	등록확정	111101

- **새치기확인** 새치기확인파케트는 우에서 본 새치기파케트의 접수를 확인한다.
- **재설정요구/재설정지시** 재설정요구와 재설정지시파케트는 특정의 가상회선을 통한 교환에서 순서번호를 재설정하는데 리용된다. 재설정파케트는 접속이 파괴될 때 가상회선이 어디에서 다시 개시되여야 하는가를 지적하는데 리용된다. 가상회선은 능동으로 남아 있지만 그 전송은 미리 결정된 점으로부터 다시 시작하며 그 점에서부터 모든 파케트들이 0으로부터 다시 번호가 붙는다.
- **재설정확인** 재설정과정을 확인하는 파케트이다.
- **재시동요구/재시동지시** 재시동요구와 재시동지시파케트는 DTE가 창조한 모든 가상회선을 재시동한다. 이 과정은 재설정과정과 다르다. 재설정파케트는 현재의 가상회선에 새로운 순서번호들을 준다. 재시동파케트는 새로운 가상회선을 시동한다. 재시동은 전송을 위하여 새로운 가상회선을 확립함으로써 호출을 종결 및 재확립한다. 본래 행로의 임의의 파케트는 잃어 지며 새 파케트들은 0부터 시작해서 다시 번호를 매긴다. 이 과정은 접속이 나빠 지면 수화기를 놓았다가 다시 번호판을 돌리는 전화호출과 비슷하다.
- **재시동확인** 재시동확인파케트는 재시동요구를 확인한다.
- **등록요구** 등록요구파케트는 새로운 사용자를 망에 직결등록하게 한다.
- **등록확인** 등록을 확인하는 파케트이다.

1 7. 2. X.25에 관계되는 기타 규약

X.25와 관계되는 기타 X계렬규약들이 있다. 여기서 몇가지를 고찰하자.

X.121규약

X.25는 원격DTE에 접근하는 호출설정기간(가상회선의 확립전) 어떤 형태의 대역주소가 리용되여야 하는가를 명백히 정의하지 않기때문에 ITU-T는 공중 및 기관망들에 접속되는 DTE들을 대역적으로 주소화하기 위하여 X.121을 창조하였다. 대부분 X.25망들은 지금 X.121주소화체계를 리용한다.

주소형식은 그림 17-16과 같이 14개 수자로 되여 있다. 첫 4개 수자는 자료망식별코드(DNIC)라고 하는데 어떤 하나의 망을 규정한다. 세개 수자는 나라를, 한개 수자는 그 나라 내부에서의 망을 정의한다. 다음 10개 수자는 민족말단번호(NTN)이며 특정의 망에서 DTE를 정의한다.

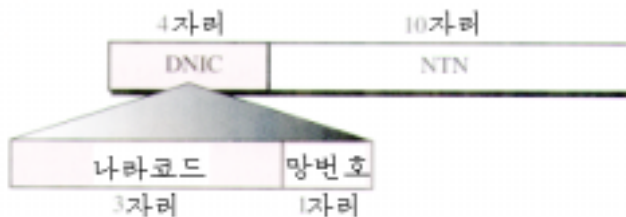



그림 17-16. X.121주소형식

3중X규약

세개 규약 X.3, X.28, X.29를 합하여 3중X규약이라고 한다. 이것은 단순말단(X.25규약을 리해할수 없는 DTE)을 X.25망에 접속하는데 리용된다(그림 17-17). 매개 규약을 간단히 고찰한다.

그림 17-17. 3중X규약

X.3

X.3규약은 파케트조립기/분해기(PAD)를 정의한다. PAD는 문자지향(단순)말단을 X.25망에 접속하는데 필요하다. 말단에서는 망에 보낼 필요가 없는 여러 문자건을 리용할수도 있다(화살표 지우기건 등). PAD는 이 모든 문자들을 완충시키고 그것들을 X.25파케트로 조립한다. 파케트가 망에 도착할 때 PAD는 그것을 분해하여 화면에 표시되거나 인쇄기에 찍히도록 한다. X.3은 PAD가 리용할수 있는 22개 파라메터를 정의한다. 실례로 한 파라메터는 PAD가 말단에서 PAD로 보낸 문자를 반향시켜야 한다는것을 규정한다.

X.28

X.28규약은 단순말단과 PAD사이의 통신규칙을 정의한다. 그것은 말단 또는 PAD가 리용할수 있는 각이한 지령들을 정의한다. 실례로 어떤 지령은 단순말단에 입구되여 PAD와 DTE사이의 가상접속을 확립할것을 요구할수 있다.

X.29

X.29규약은 PAD와 원격말단사이의 관계를 규정한다. 이 규약을 리용하여 원격말단은 PAD의 몇개 파라메터를 설정할수 있다. 실례로 원격말단은 PAD에 반향파라메터를 설정할수 있다.

17. 3. 실마리어

3중X규약	파케트형태식별자(PTI)
가상회선식별자	일반형식식별자(GFI)
론리통로번호(LCN)	X.121
평형련결접근절차(LAPB)	X.25
파케트교환	X.28
파케트교환망	X.29
파케트조립기/분해기(PAD)	X.3
파케트층규약(PLP)	

17. 4. 요 약

- X.25는 일반파케트교환광지역망이다.
- X.25규약은 공중자료망에서 파케트방식으로 말단운전을 위하여 DTE와 DCE사이의 자료전송절차를 정의한다.
- X.25규약은 세개 층 즉 물리층, 프레임층, 파케트층을 규정한다.
- 물리층에서의 규약은 X.21, X21bis, EIA−232 또는 기타 류사한 규약일수 있다.
- LAPB는 자료련결조종기능을 위하여 프레임층에서 X.25가 리용하는 규약이다.

- 파케트층은 두개의 DTE사이에 접속확립, 자료전송, 접속종결, 가상회선창조, 망봉사교섭을 취급한다.
- 세가지 X.25파케트가 있다. 즉 I프레임, S프레임, U프레임. 첫번째는 자료파케트, 두개는 조종파케트들이다.
- 프레임층과 파케트층에서 흐름 및 오유조종이 있다.
- X.25에서 가상회선식별자는 론리적통로번호(LCN)이다.
- PVC와 SVC접속은 다 X.25에서 리용된다.
- X.121규약은 공중 또는 기관망에 접속된 DTE를 대역적으로 주소화하는 방법을 준다.
- 3중규약(X.3, X.28, X.29)은 전송말단의 X.25망접속을 정의한다.

17. 5. 련 습

복습문제

1. X.25층들에 어떤것이 있는가? 매개는 OSI모형과 어떻게 관계되는가?
2. 프레임층주소마당이 HDLC주소마당과 어떻게 다른가?
3. X.25프레임형태와 그 기본기능을 쓰시오.
4. DTE와 DCE사이의 통신에 포함되는 프레임층상태들을 쓰시오.
5. X.25에서 흐름 및 오유조종은 어떻게 취급되는가? 모든 층들이 포함되는가?
6. 대역내신호화란 무엇인가?
7. 파케트들은 그것들이 전송되는 가상회선과 어떻게 련관되는가?
8. LCN의 목적은 무엇인가?
9. X.25는 어떤 종류의 가상회선을 리용하는가?
10. PLP파케트의 머리부의 마당들을 서술하시오.
11. 두가지 일반PLP파케트형태는 무엇인가?
12. 모든 조종파케트들이 머리부마당으로 구성되는가? 머리부마당 없는 형태의 조종파케트실례를 드시오. 머리부마당조종파케트 실례를 드시오.
13. X.121규약의 목적은 무엇인가?
14. 3중X규약의 목적은 무엇인가?

선택문제

15. X.25규약은 종단-종단전송을 위하여 ____을 리용한다.
    ㄱ) 통보문교환
    ㄴ) 회선교환
    ㄷ) 데타그람파케트교환방법
    ㄹ) 가상회선파케트교환방법

16. X.25규약은 OSI모형의 ____에서 동작한다.
ㄱ) 물리층
ㄴ) 자료련결층
ㄷ) 망층
ㄹ) 이 모든것

17. X.25규약을 위하여 직접 규정된 물리층규약은 ____이다.
ㄱ) RS−232
ㄴ) X.21
ㄷ) DB−15
ㄹ) DB−37

18. PLP파케트는 X.25규격에서 ____층의 생성물이다.
ㄱ) 물리
ㄴ) 프레임
ㄷ) 파케트
ㄹ) 전송

19. PLP ____는 X.25규격에서 웃층으로부터의 자료를 전송하는데 리용된다.
ㄱ) S−파케트
ㄴ) 자료파케트
ㄷ) C−파케트
ㄹ) P−파케트

20. 자료는 송신될 필요가 없고 확인이 필요할 때 PLP____가 리용된다.
ㄱ) S−파케트
ㄴ) 자료파케트
ㄷ) 조종파케트
ㄹ) P−파케트

21. X.25규격에서 PLP____가 접속확립, 접속개방, 기타 조종목적을 위하여 리용된다.
ㄱ) S−파케트
ㄴ) 자료파케트
ㄷ) 조종파케트
ㄹ) P−파케트

22. X.25규격에서 ____비트가 1이라면 원격 DTE는 파케트를 확인해야 한다.
ㄱ) Q
ㄴ) D
ㄷ) M
ㄹ) P

23. X.25규격에서 ____비트가 1이면 그것은 한개이상의 파케트가 있음을 의미한다.
ㄱ) Q

ㄴ) D
ㄷ) M
ㄹ) P

24. X.25규격에서 ____비트는 사용자가 조종정보의 원천을 규정하게 한다.
ㄱ) Q
ㄴ) D
ㄷ) M
ㄹ) P

25. X.25규약은 ____층에서 오유검사를 요구한다.
ㄱ) 물리
ㄴ) 프레임
ㄷ) 파케트
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

26. X.25는 ____규약이다.
ㄱ) UNI
ㄴ) SNI
ㄷ) NNI
ㄹ) SSN

27. LAPB는 ____의 보조모임이다.
ㄱ) HDLC
ㄴ) ITU-T
ㄷ) X.25
ㄹ) DTE

28. DTE-DCE련결사이의 흐름 및 오유조종은 ____의 권한이다.
ㄱ) 물리층
ㄴ) 프레임층
ㄷ) 파케트층
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

29. DTE-DTE련결사이의 흐름 및 오유조종은 ____의 권한이다.
ㄱ) 물리층
ㄴ) 프레임층
ㄷ) 파케트층
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

30. LCN은 ____DTE와 국부DCE사이, ____DTE와 원격DCE사이의 련결을 식별한다.
ㄱ) 원격:국부
ㄴ) 국부:국부
ㄷ) 원격:원격

ㄹ) 국부:원격

31. ____마당은 질비트, 전송비트, 두개의 순서비트를 포함한다.
   ㄱ) GFI
   ㄴ) LCN
   ㄷ) PTI
   ㄹ) PTA

32. ____마당은 PLP파케트형태를 가리킨다.
   ㄱ) GFI
   ㄴ) LCN
   ㄷ) PTI
   ㄹ) PTA

33. 긴파케트와 짧은파케트사이의 차이는 ____마당의 길이때문이다.
   ㄱ) LCN
   ㄴ) P(S)
   ㄷ) P(R)
   ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

34. PLP파케트는 ____마당을 포함할 필요가 없다.
   ㄱ) P(S)
   ㄴ) P(R)
   ㄷ) LCN
   ㄹ) ㄱ) 또는 ㄴ)

련습문제

35. X.121규약에서 주소마당은 몇개 나라를 규정할수 있는가? 매개 나라에서 몇개 망이 정의될수 있는가? 매개 망에는 몇개의 말단(DTE)이, 총 몇개의 말단(DTE)이 정의되는가?
36. 나라코드의 첫 수자가 1 또는 8이 아닐 때(예약) 문제 35를 반복하시오.
37. X.121규약에서 어떤 나라가 10개이상의 X.25망을 가진다면 어떻게 될것인가?
38. DTE에서 DCE로 보낸 SABM프레임의 내용을 쓰시오(11장을 참고). 정보마당을 무시하시오.
39. 문제 38의 응답으로 보면 U프레임의 내용을 쓰시오.
40. DTE가 DCE에 SABM프레임을 보냈는데 응답으로서 UA프레임을 받지 못한다면 어떻게 될것인가?
41. DTE에서 DCE를 보낸 DISC프레임의 내용을 쓰시오(11장을 참고). 정보마당을 무시하시오.
42. 문제 41에 대한 응답으로 보낸 UA프레임의 내용을 쓰시오.
43. DTE에서 DCE로 보내진 자료파케트를 나르는 I프레임의 내용을 쓰시오.

44. 문제 43의 I프레임에 대한 응답으로 보낸 S프레임의 내용을 쓰시오. S프레임은 I프레임의 수신을 확인하며 프레임을 더 받을 준비가 되였음을 알린다.
45. DCE가 I프레임을 받았지만 더이상 접수할수 없는 경우에 문제 44를 반복하시오.
46. DCE가 오유로 하여 I프레임을 버리는 경우 문제 44를 반복하시오.
47. X.121주소 44563141121312를 가진 DTE가 23113178121132주소를 가진 다른 DTE에 접속하려고 한다. 이 접속이 국내인가 국외인가? 원천과 목적지의 나라코드는 얼마인가? 말단번호는 얼마인가?
48. DTE가 국부DCE에 호출요구를 보낸다. 어느 장치가 국부DTE와 국부DCE사이의 접속을 위하여 LCN을 선택하는가? LCN의 범위는 얼마인가? 어느 장치가 원격DTE와 원격DCE사이의 접속을 위한 LCN을 선택하는가? 이 LCN의 범위는 얼마인가?
49. DTE가 두개의 LCN을 리용하여 같은 가상접속에 속하는 자료파케트와 조종파케트를 보낼수 있는가?
50. 망층에서 X.25의 다중화가 진행된다는 사실은(두개의 접속에 속하는) 두개의 파케트가 한개 프레임으로 전송될수 있다는것을 의미하는가? 그 답을 설명하시오.
51. RR파케트는(망층에서) RR프레임에(자료련결층에서) 교갑화될수 있는가?
52. RR파케트는(망층에서) I프레임에(자료련결층에서) 교갑화될수 있는가?
53. 그림 17-18에서 교환되는 파케트와 프레임의 형태를 말하시오. 내부통들은 파케트를 표시하며 바깥통들은 프레임을 표시한다.

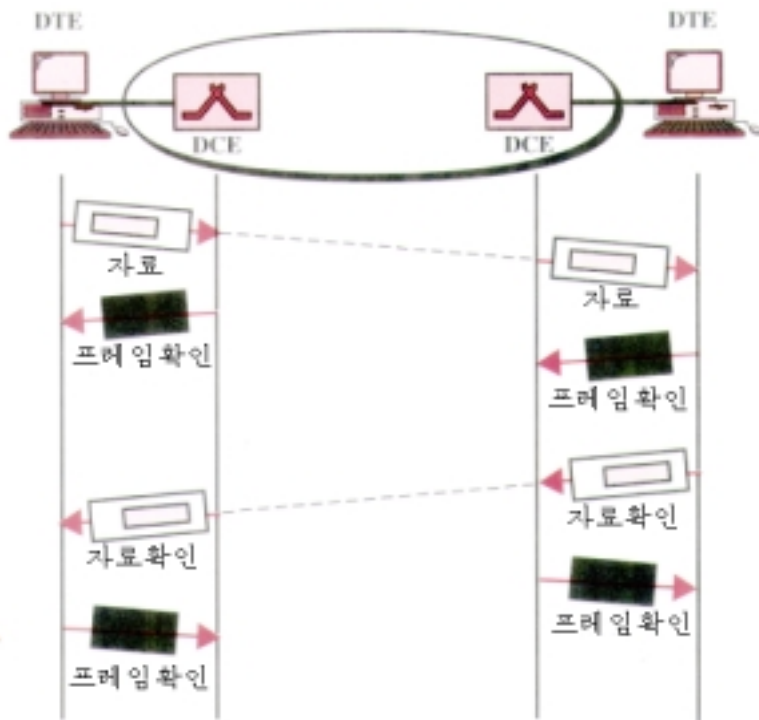



그림 17-18. 문제 53

제１８장. 프레임중계

１８.１. 서론

최근 WAN에 대한 요구의 본질은 크게 변화되였다. T형회선이나 X.25 등의 선행한 WAN기술은 사용자요구를 감당하지 못하고 있다. 사용자들은 보다 높은 자료속도와 저가격, 효률적인 집중자료전송, 보다 적은 부가비트를 기대하고 있다. 프레임중계는 다음과 같은 요구에 대응한 낮은 준위(물리 및 자료련결층)봉사를 제공하는 가상회선기술이다.

- **저가격으로 보다 높은 자료속도** 지난 기간 많은 기구들은 콤퓨터를 접속하기 위하여 임대회선 또는 X.25와 같은 WAN기술을 리용하였다. 자료속도는 상대적으로 낮다. 오늘 대부분의 기구들은 고속LAN을 리용하며 WAN을 리용하여 이 LAN들을 접속시키려고 한다. 한가지 방도는 T형회선을 리용하는것인데 그러나 이 회선은 점대점접속만을 보장하고 다중접속은 못한다. 여러 T형회선으로 그물망을 형성하는것은 매우 비싸다. 실례로 6개의 LAN을 련결하기 위하여 15개의 T형회선을 필요로 한다. 한편 프레임중계망에 6개의 LAN을 접속시키는데는 6개의 T형회선이 필요하다. 프레임중계는 저가격으로 같은 형태의 봉사를 제공한다. 그림 18-1은 그 차이를 보여 준다.

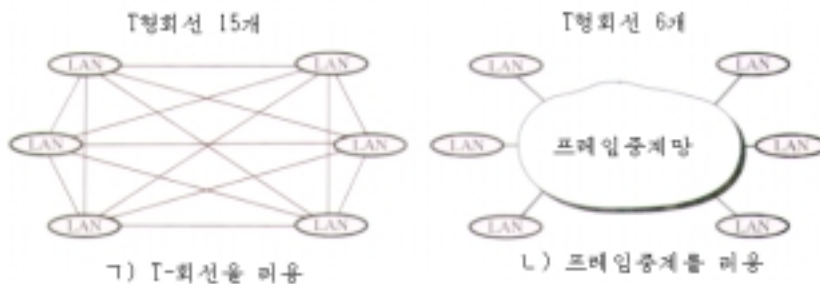



그림 18-1. 순그물형T회선망과 프레임중계

비록 프레임중계는 초기에는 1.544Mbps의 자료속도(T-1형회선)를 보장하도록 설계되였지만 오늘 대부분의 실현은 44.376Mbps까지를 취급할수 있다(T-3형회선).

- **버스트자료** WAN이 제공하는 어떤 봉사는 사용자가 고정된 속도요구를 가지는것으로 가정한다. 실례로 T-1회선은 항상 1.544Mbps의 회선을 리용하는 사용자를 위하여 설계된다. 이런 봉사는 집중자료전송을 요구하는 오늘날의 많은 사용자들에게 적당하지 못하다. 실례로 2s동안 6Mbps로 자료를 송신하고 7s동안은 하지 않으며 또 1s동안 3.44Mbps로 송신하는 사용자는 10s동안 15.44Mbit를 송신하는것으로 된다. 비록 평균전송속도는 1. 544Mbps이지만 T-1회선은 이런 요구를 받아들일수 없다. 왜냐하면 그것은 집중자료가 아니라 고정속도자료에 대하여 설계되

였기때문이다. 집중자료는 요구에 따르는 통과대역을 필요로 한다. 사용자는 서로 다른 시간에 각이한 통과대역할당을 요구한다. 그림 18−2는 고정속도자료와 집중자료의 차이를 보여 준다.

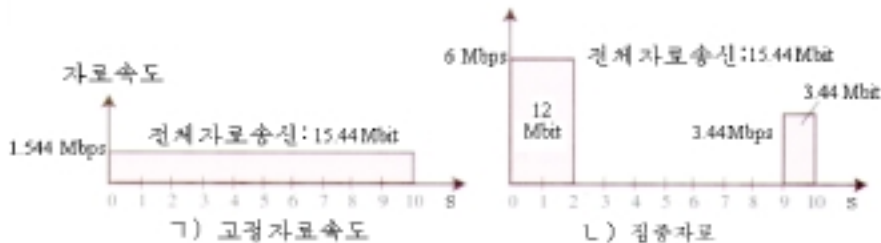



그림 18−2. 고정속도와 집중자료

프레임중계는 집중자료를 받아 들인다. 사용자는 집중기간에 평균자료속도를 초과할수 있다.

- **개선된 전송매체로 인한 보다 작은 부가비트** 전송매체의 질은 지난 10년동안 크게 개선되였다. 그것들은 보다 믿음성 있고 오유가 적게 되였다. 가능한 오유를 검사하고 또 검사하면서 시간과 자원을 소모하는 WAN은 더이상 필요가 없게 되였다. X.25는 확장적인 오유검사 및 흐름조종을 보장한다. 프레임들은 그것들이 통과하는 매개 국에서 정확성이 검사된다. 매개 국은 다음 국에서 프레임이 정확히 도달했다는 확인을 받을 때까지 본래 프레임의 복사를 유지한다. 이러한 국대국검사가 OSI모형의 자료련결층에서 실시된다. 그러나 X.25는 거기에 멈추지 않는다. 그것은 또한 망층에서 원천으로부터 수신기까지의 오유를 검사한다. 원천은 최종목적지에서 확인을 수신할 때까지 본래 프레임을 유지한다. X.25망의 통신량중 많은 몫이 봉사의 믿음성을 담보하기 위하여 오유검사에 치우친다. 그림 18−3은 한개 프레임을 원천에서 목적지까지 전송하는데 필요한 통신량을 보여 준다. 흰 통은 자료와 자료련결확인을 보여 준다. 색갈통은 망층확인을 보여 준다. 이 통신량중에 4분의 1만이 통보자료이다. 나머지는 믿음성을 위한것이다. 이러한 많은 통신량은 전송매체가 오늘날의것보다 오유가 많았기때문에 X.25가 도입될 때 필요하였다.

그러나 이 모든 부가비트는 통과대역이 다 통보자료에 리용될수 없게 한다. 통과대역이 제한된다면 유효대역너비에 비례하여 자료전송속도는 크게 감소된다. 또한 매개 국이 확인을 기다리는 동안 프레임을 자기 기억기에 유지해야 한다는 요구조건은 통신량능력을 줄이며 나가서 속도를 감소시킨다.

전통적인 전송매체에서의 개선과 빛섬유(금속케블보다 잡음영향이 훨씬 적다.) 케블의 보다 많은 리용은 이러한 준위의 주의가 불필요할뿐아니라 반대효과를 가져 오는 정도로까지 전송오유확률을 감소시켰다.

프레임중계는 자료련결층에서 오유검사를 보장하지 않거나 확인을 요구하지

않는다. 대신에 모든 오유검사는 프레임중계봉사를 리용하는 망층과 전송층의 규약에 맡긴다(프레임중계는 물리층과 자료련결층에서만 동작한다.). 많은 자료련결층조작들은 소거되며 나머지는 조합된다. 그림 18-3에 보여 준 복잡한 상태대신에 그림 18-4에서와 같은 단순한 전송이 진행된다. X.25와 프레임중계사이 차이를 표 18-1에 보여 준다.

그림 18-3. X.25통신량

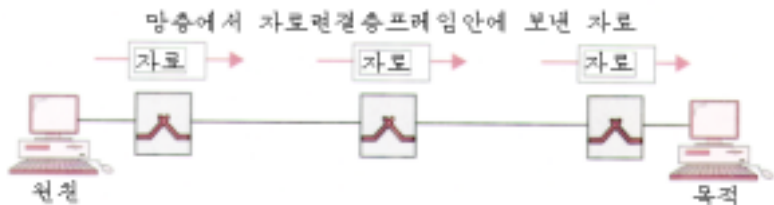



그림 18-4. 프레임중계통신량

표 18-1 X.25와 프레임중계의 비교

특 징	X.25	프레임중계
접속확립	망층에서	없음
반사마다 흐름조종 및 오유조종	망층에서	없음
종단 대 종단 흐름조종 및 오유조종	망층에서	없음
자료속도	고정	집중
다중화	망층에서	자료련결층에서
혼잡조종	불필요	필요

우점

프레임중계는 X.25와 T형회선 등과 같은 광지역망에 비하여 몇가지 우점을 가진다.

- 프레임중계는 고속으로 동작한다(1.544Mbps, 최근 44. 376Mbps). 이것은 T−1또는 T−3회선의 그물망을 대신하여 쉽게 리용될수 있다는것을 의미한다.
- 프레임중계는 물리층과 자료련결층에서 동작한다. 이것은 그것이 이미 망층규약을 가진 규약들에 봉사를 제공할수 있는 중추망으로 쉽게 리용될수 있다는것을 의미한다. 실례로 TCP/IP규약(24장을 참고)은 이미 망층규약(IP)을 가진다. TCP/IP가 X.25의 봉사를 리용하려고 한다면 망층기능이 중복된다. 즉 X.25도 자기 망층을 가지며 TCP/IP도 자기것이 있다. 프레임중계의 경우에는 중복이 없다. 즉 TCP/IP는 자기망층을 가지고 있고 프레임중계는 물리 및 자료련결층의 봉사를 제공한다.
- 프레임중계는 집중자료를 허용한다. 사용자들은 X.25나 T형회선의 경우와 같이 고정자료속도에 구애될 필요가 없다.
- 프레임중계는 9,000byte의 프레임크기를 허용한다. 이것은 모든 국부망프레임을 다 수용한다.
- 프레임중계는 다른 일반WAN보다 덜 비싸다.

결함

프레임중계는 완벽하지 못하다. 가격은 눅지만 몇가지 결함이 있다.

- 몇개의 프레임중계망들이 44.376Mbps에서 동작하지만 이것은 여전히 보다 고속인 규약(B−ISDN)들의 경우에는 충분하지 않다.
- 프레임중계는 가변길이프레임을 허용한다. 이것은 여러 사용자들에게 각이한 지연을 일으킬수 있다. 프레임중계교환기는 한 사용자로부터의 큰 프레임과 다른 사용자의 작은 프레임을 같은 방법으로 취급한다. 그것들은 같은 대면부에서 출구된다면 같은 대기렬에 기억된다. 큰 프레임뒤의 작은 프레임의 지연은 작은 프레임뒤의 작은 프레임의 지연과 다를수 있다. 즉 작은 프레임의 사용자는 혼란된다.
- 가변지연때문에(이것은 사용자의 조종이 없다.) 프레임중계는 실시간음성이나 영상과 같은 지연느낌자료를 보내는데는 적당하지 않다. 실례로 프레임중계는 원격회의에 적당하지 않다.

프레임중계의 역할

요약적으로 프레임중계는 실시간통신은 필요 없고 집중자료를 송신하려는 국부망들을 접속시키는 저가격고속중추광지역의 망으로 리용할수 있다. 또한 오늘 프레임중계는 영구 및 가상접속을 다 보장한다. 영구접속을 요구하는 사용자는 임대조건으로 지불한다. 교환접속을 요구하는 사용자는 리용된만큼 지불한다.

18. 2. 프레임중계조작

프레임중계는 영구 가상 및 교환가상접속을 보장한다. 사용자를 망에 접속하는 장치는 DTE이다. 프레임을 망을 통하여 경로조종하는 교환기는 DCE이다(그림 18−5). 프레임중계는 보통 LAN이나 대형콤퓨터들을 접속시키는 WAN으로 리용된다. 첫 경우에 경로조종기 또는 다리가 DTE로 봉사할수 있으며 임대회선을 통하여 LAN을 프레임중계교환기(DCE로 고찰된다)에 접속시킨다. 두번째 경우에는 대형콤퓨터자체가 적당한 쏘프트웨어를 설치한 DTE로 리용될수 있다.

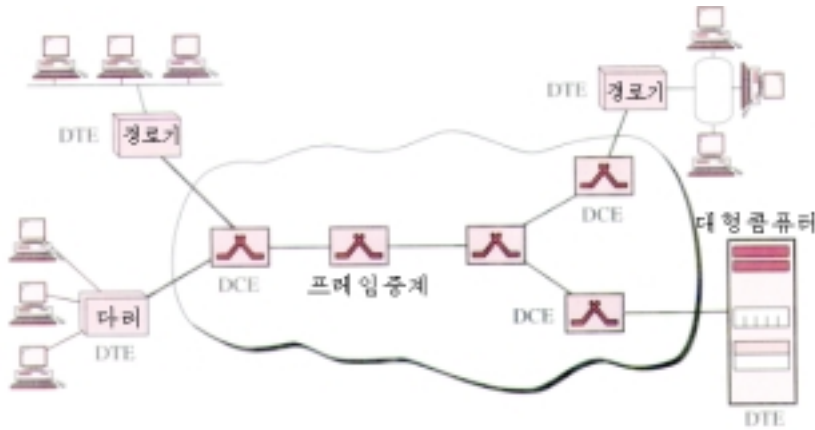



그림 18−5. 프레임중계망

가상회선

프레임중계는 가상회선망이다. 그러므로 그것은 망에 접속된 DTE를 정의하는데 물리주소를 리용하지 않는다. 다른 가상회선망과 같이 그것은 가상회선별자를 리용한다. 그러나 프레임중계에서 가상회선별자는 X.25와 대조적으로 자료련결층에서 동작한다. X.25에서는 망층에서 동작한다.

프레임중계에서 가상회선은 자료련결접속식별자(DLCI)라는 번호로 식별된다. 가상회선이 망에서 확립될 때 DTE에는 그것이 원격DTE에 접근하는데 리용할수 있는 DLCI번호가 주어 진다. 국부DTE는 이 DLCI를 리용하여 프레임을 원격DTE에 보낸다. 그림 18−6은 몇개의 가상회선과 그것의 DLCI를 보여 준다. DLCI가 33인것이 두개 있는데 둘다 타당하다. 왜냐하면 그것들은 각이한 DTE로부터의 각이한 가상회선을 정의하기때문이다.

DLCI가 가상접속에 어떻게 배당되는가를 보기 위하여 우선 프레임중계의 두가지 접속형태 즉 PCV와 SVC를 고찰하자.

PVC

영구가상회선접속(PVC)은 망봉사자에 의하여 두개의 DTE사이에 확립된다. 두 DTE는

가상접속을 통하여 영구히 접속된다. 두 DLCI는 접속의 두 끝에서 UNI대면부들에 배당된다(그림 18−7).

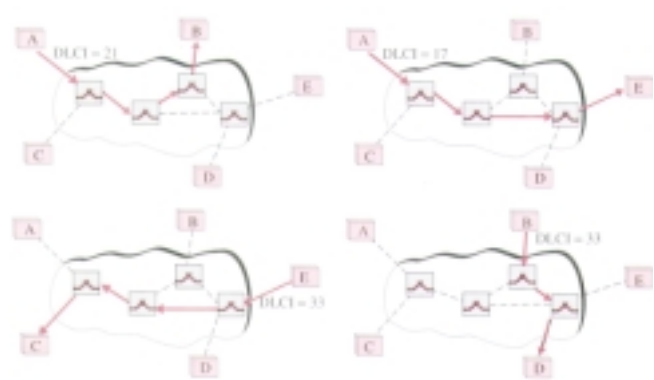



그림 18−6. DLCI

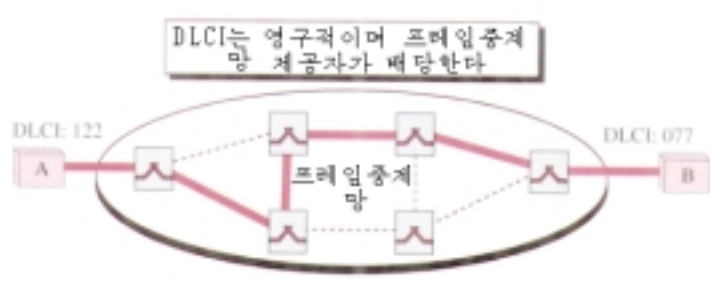



그림 18−7. PVC DLCI

DTE A가 DTE B에 프레임을 보내려 할 때 그것은 DLCI 122를 리용한다. DTE B가 DTEA에 프레임을 보내려 할 때 그것은 DLCI 077을 리용한다. DLCI는 국부권한을 가지며 두개의 DTE가 같은 DLCI를 가지는것(우연히)이 가능하다는것을 주목해야 한다. 그러나 이것은 일반적인 경우는 아니다.

PVC접속은 오직 프레임중계의 초시기에 유일하게 가능한 형태였으며 그러나 오늘날에는 DTE들이 가상회선교환을 리용하여 서로 통신할수 있다.

SVC

가상회선교환(SVC)접속에서 DTE가 다른 DTE와 접속하려고 할 때 새로운 가상회선접속이 확립되여야 한다. 이것이 어떻게 진행되는가? 이 경우에 프레임통계는 자기자체의 작업을 할수 없으며 그러나 망층과 망층주소를 가진 다른 규약(ISDN 또는 IP 등)의 봉사를 요구한다. 이 다른 규약에 대한 신호화 구조는 DTE A와 DTE B의 망층주소를 리용하여 접속을 요구한다. 정확한 구조는 망층규약에 따르지만 일반적으로는 그림 18−8에서 보여 준것과 같다.

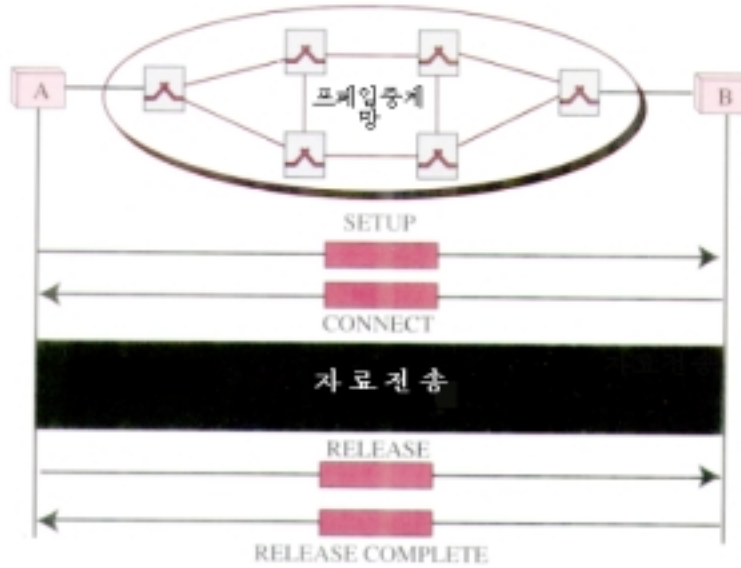



그림 18-8. SVC설정 및 개방

국부DTE가 원격DTE에 설정통보를 보내면 접속통보로 응답한다. 접속상태이후 가상회선이 확립되여 두 DTE는 자료를 교환할수 있다. 어느 DTE든지 접속을 끝내기 위하여 개방통보를 내보낼수 있다. 그림 18-9는 SVC접속에서의 DLCI를 보여 준다.

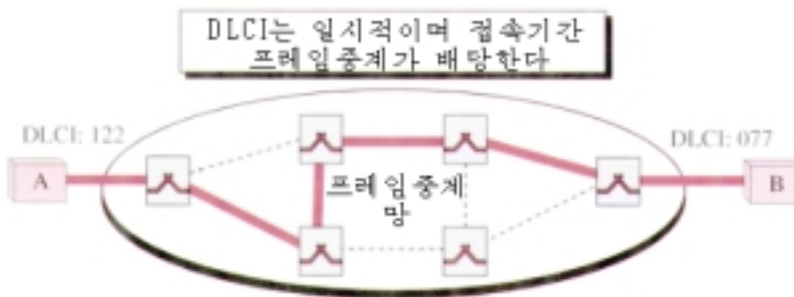



그림 18-9. SVC DLCI

망내부에서의 DLCI

DLCI는 DTE와 DCE사이의 가상회선을 정의할뿐아니라 망내부의 두 DCE(교환기)사이의 가상회선도 정의한다. 교환기는 대면부의 매개 가상회선접속에 DLCI를 배당한다. 이것은 두개의 서로 다른 대면부에 속하는 두 접속이 같은 DLCI를 가질수 있다는것을 의미한다. 다른 말로 DLCI는 특별한 대면부에 대해서만 유일하다. 그림 18-10은 망내부의 DLCI를 보여 준다.

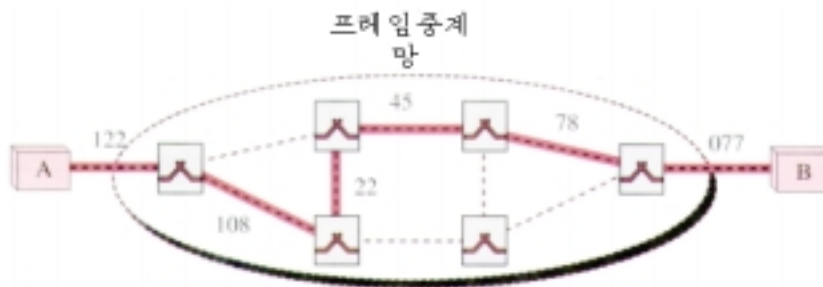



그림 18-10. 망내부의 DLCI

교환기

프레임중계망에서 매 교환기는 프레임경로조종표를 가진다. 그 표는 입구대면부-DLCI조합과 출구대면부-DLCI조합을 정합시킨다. 실례로 그림 18-11은 대면부 1의 교환기에 도착한 두개 프레임을 보여 준다. 하나는 DLCI=121이고 다른것은 DLCI=124이다. 첫번째는 대면부 2의 교환기에서 나가고 DLCI=041로 된다(표의 1행). 두번째것은 대면부 3의 교환기를 떠나며 DLCI=112로 된다(표의 2행).

입구		출구	
결합부	DLCI	결합부	DLCI
1	121	2	041
1	124	3	112
2	167	3	367
3	167	1	192

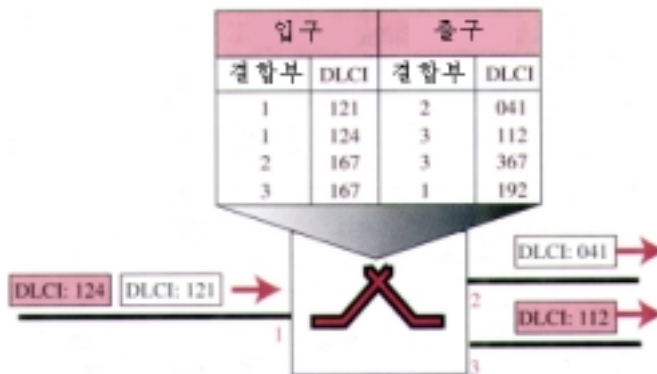



그림 18-11. 프레임중계교환기

18. 3. 프레임중계층

그림 18-12는 프레임중계층을 보여 준다. 프레임중계는 오직 물리층과 자료련결층만 가진다.

프레임중계는 물리층과 자료련결층에서만 동작한다.

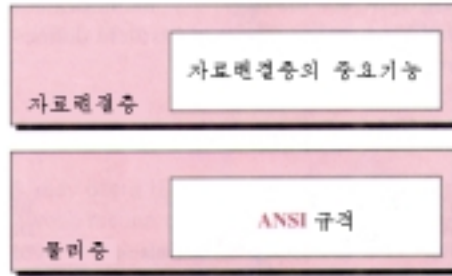



그림 18−12. 프레임중계층

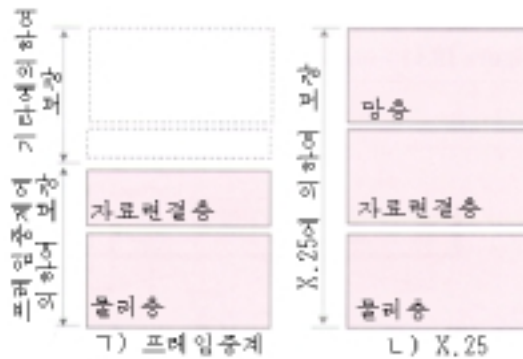



그림 18−13. 프레임중계와 X.25의 층비교

그림 18−13은 프레임중계층을 X.25와 같은 파케트교환망의 일반층과 비교한것이다. 프레임중계는 1.5개 층만 가지며 X.25는 세개 층을 가진다. 프레임중계는 망층의 모든 기능과 자료련결층의 일부 기능을 소거한다.

물리층

프레임중계의 물리층에 대하여 어떤 특정의 규약도 정의되지 않는다. 대신에 그것은 실현자가 가능한것이면 다 리용할수 있게 한다. 프레임중계는 ANSI에서 인정된 임의의 규약을 지원한다.

자료련결층

자료련결층에서 프레임중계는 핵심부LAPF라고 하는 단순화된 HDLC변종을 채용한다. 보다 단순한 변종은 HDLC가 프레임중계에서 필요되지 않는 넓은 오유 및 흐름조종마당을 보장하기때문에 리용된다.

그림 18−14는 프레임중계프레임의 형식을 보여 준다. 프레임은 HDLC와 비슷하다. 사실상 기발, FCS, 정보마당은 같다. 그러나 조종마당은 차이난다. 주소마당은 혼잡 및 통신량을 조종하는 몇개의 비트와 DLCI를 정의한다.

그림 18-14. 프레임중계프레임

마당들의 상세한 서술은 아래와 같다.

- **주소(DLCI)마당** 첫 바이트의 첫 6개 비트는 DLCI의 1부분이다. DLCI의 제2부분은 두번째 바이트의 첫 4개 비트이다. 이 비트들은 규격에서 정의된 10bit의 자료련결접속식별자부분이다. DLCI의 기능은 이미 론의되였다. 이 장의 마지막에서 확장된 주소화를 고찰한다.
- **지령/응답(C/R)** 지령/응답비트(C/R)는 웃층이 프레임을 지령 또는 응답으로 식별할수 있도록 한다. 프레임중계규약에서는 리용되지 않는다.
- **확장주소(EA)** 확장주소비트(EA)는 현재 바이트가 마지막주소바이트인가 아닌가를 지시한다. EA가 0이면 또 다른 주소바이트가 있다는것을 의미한다. 1이면 마지막주소바이트를 의미한다.
- **명백한 정방향 혼잡통보(FECN)** FECN비트는 어떤 교환기가 프레임이 전송되고 있는 방향에서 통신량이 혼잡상태임을 지시하도록 설정한다. 이 비트는 목적지에 혼잡이 일어 났음을 통보한다. 혼잡조종을 고찰할 때 이 비트의 리용을 론의한다.
- **명백한 역방향혼잡통보(BECN)** BECN비트는 프레임이 전송되는 반대방향에서의 혼잡문제를 지시하기 위하여 설정된다. 이 비트는 송신기에게 혼잡이 일어 났음을 통보한다. 혼잡조종을 고찰할 때 이 비트의 리용을 론의한다.
- **버림자격(DE)** 버림자격(DE)비트는 프레임의 우선권준위를 지시한다. 비트상태에서 교환기는 침체를 완화하고 망의 과부하로 무너지는것을 막기 위하여 프레임을 버려야 한다. DE가 1일 때 이 비트는 흐름렬에 0우선권을 가진 다른 프레임들이 있는 한 이 프레임을 버리지 말것을 지시한다. 이 비트는 프레임송신자(사용자) 또는 망안의 어느 교환기가 설정할수 있다.

18.4. 혼잡조종

망에서 혼잡은 사용자들이 망자원이 허용한 속도이상으로 망에 자료를 보낼 때 일어난다. 실례로 혼잡은 망안의 교환기가 도착파케트들을 기억시켰다가 처리하는 완충기의

크기가 제한될 때 일어 날수 있다.

프레임중계망에서 혼잡은 피해야 하는 문제이다. 왜냐하면 그것은 처리능력을 감소시키고 지연을 증가시키기때문이다. 높은 처리능력과 작은 지연은 프레임중계규약의 기본 목적이다.

X.25와 같은 파케트교환망은 자료련결층과 망층에서 다 흐름조종을 리용한다. 망층에서의 흐름조종은 종단대 종단이다. 자료련결층에서의 흐름조종은 마디대 마디이다. 두 방식은 다 사용자들이 망에 과도한 통신량을 보내지 않도록 한다.

프레임중계규약은 망층을 가지지 않는다. 자료련결층에서도 프레임중계는 흐름조종을 리용하지 않는다. 또한 프레임중계는 사용자가 집중자료를 전송하도록 허용한다. 이것은 프레임중계망이 실지로 통신량혼잡이 일어 날 가능성을 가지고 있음을 의미하며 따라서 혼잡조종이 요구된다.

혼잡회피

혼잡회피를 위하여 프레임중계규약은 프레임안의 두개 비트를 리용하여 원천과 목적지에 혼잡상태를 명백히 경고한다.

BECN

명백한 역방향혼잡통보(BECN)비트는 송신기에 망에서의 혼잡을 경고한다. 프레임은 송신기로부터 출발하기때문에 이것이 어떻게 실현되겠는가? 사실상 두가지 방법이 있다. 교환기는 수신기로부터의 응답프레임을 리용할수 있고(전2중방식) 또는 미리 규정된 접속(DLCI=1023)을 리용하여 이런 특정목적을 위하여 특별한 프레임을 보낼수 있다. 송신기는 이 경고에 응하여 단지 자료속도를 감소시킨다. 그림 18-15는 BECN의 리용을 보여 준다.

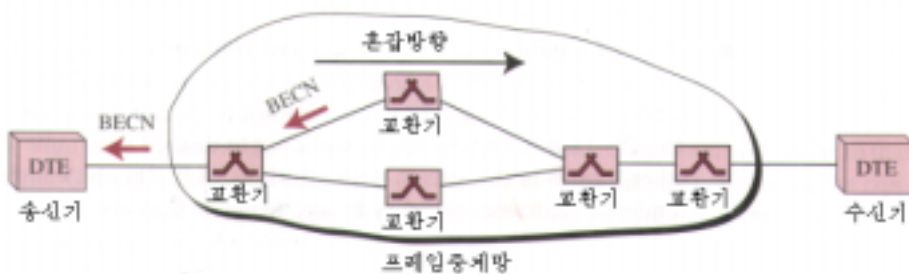



그림 18-15. BECN

FECN

명백한 정방향혼잡통보(FECN)비트는 수신기에 망혼잡을 경고한다. 수신기는 혼잡을 완화시키기 위하여 아무것도 할수 없는듯도 하다. 그러나 프레임중계규약은 송신기와 수신기가 서로 통신하며 높은 준위에서 몇가지 형태의 흐름조종을 진행한다는것을 가정한다. 실례로 이 높은 준위에서의 확인구조가 있다면 수신기는 확인을 지연시킬수 있으며

따라서 송신기속도를 늦추게 할수 있다. 그림 18-16은 FECN의 리용을 보여 준다.

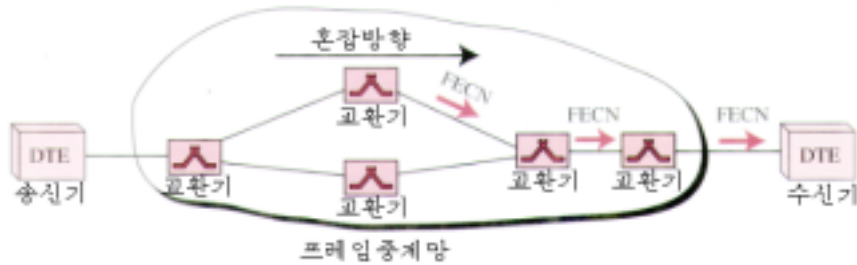



그림 18-16. FECN

4가지 상태

두개의 DTE가 프레임중계망을 리용하여 통신하고 있을 때 혼잡에 따라 네가지 상태가 생길수 있다. 그림 18-17은 이 네가지 상태와 FECN, BECN의 값을 보여 준다.

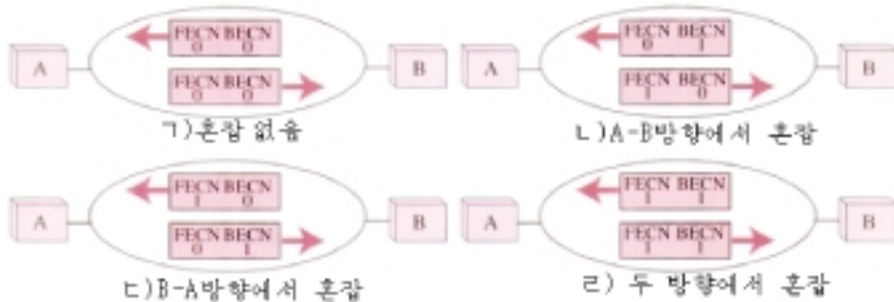



그림 18-17. 네가지 혼잡상태

버리기

사용자들이 혼잡통보에 응하지 않는다면 프레임중계망은 프레임들을 버려야 한다. 어느 프레임을 버리는가 하는것은 통신량조종부분에 속한다.

사용자들은 웃층규약(전송층 등)이 어떤 프레임들이 목적지에 도달하지 못하였음을 발견할 때 혼잡암시를 통보 받는다. 망이 혼잡으로부터 회복되게 하고 버려 진 프레임을 다시 송신하는것은 송신기의 책임이다.

18.5. 루실바께쯔알고리듬

프레임중계망에서 교환기의 동작은 루실바께쯔로 모의될수 있다. 바께쯔가 밑에 작은 구멍이 있다면 바께쯔에 물이 있는 동안 물은 일정한 속도로 루실된다. 물이 루실되는 속도는 물이 바께쯔에 들어 가는 속도에 무관계하다. 입구속도는 변하지만 출구속도

는 일정하다 (그림 18−18).

그림 18−18. 루실바께쯔

루실되는것보다 더 많은 물이 들어 온다면 바께쯔가 곧 넘쳐 날것은 명백하다. 흐름조종을 리용하지 않는 프레임중계와 같은 파케트교환망에서도 같은 현상이 일어 난다. 매개 교환기는 어떤 속도로 자료를 내보낼수 있다. 만일 자료가 송신된것보다 빨리 수신된다면 교환기는 혼잡되고 프레임 몇개를 버릴수 있다. 루실바께쯔가 어떻게 집중자료를 조종할수 있는가? 물이 분당 2*l*의 속도로 루실된다고 하자. 12s동안 분당 10*l*의 속도로 물이 들어 오고 48s동안은 없다면 넘쳐 나지 않기 위하여 바께쯔용량은 얼마나 되여야 하는가? 다음과 같이 계산해 볼수 있다.

버스트기간의 총 물량=10×(12/60)=2*l*

바께쯔의 용량이 2*l*라면 그것은 버스트기간에 물을 유지할수 있으며 1min동안 련속적으로 루실되게 할수 있다. 용량은 2*l*보다 약간 작을수도 있다는것을 주목해야 한다. 왜냐하면 버스트기간에 얼마간의 물이 새기때문이다. 웃한계를 리용하는것이 보통이다.

이 문제를 프레임중계에서 교환기의 매개 출구대면부에 적용할수 있다. 출구가 고정속도(실례로 1.544Mbps)이고 입구가 버스트적이다. 교환기는 바께쯔로서 봉사하는 대기렬(완충기)을 리용할수 있다. 버스트자료는 대기렬에 기억되였다가 고정속도로 송신될수 있다.

실례로 하나의 입구와 하나의 출구대면부만 있는 교환기를 생각하자. 만일 출구대면부에서 자료속도가 1.544Mbps이고 입구자료가 100ms동안 40Mbps로 버스트적이면(다음초까지 없다.) 대기렬의 크기는 얼마여야 하는가?

40Mbps×(100/1000)=4Mbit

출구대면부는 4Mbit의 크기(0.5Mbyte)의 대기렬을 가져야 한다. 그림 18−19는 그 설계를 보여 준다.

그러나 어떻게 매 파케트의 크기가 다른 파케트교환망에서 출구자료속도를 항상 고정속도(실례로 1.544Mbps)이하로 조종할수 있는가? 여기서 계수기와 시계를 리용할수 있다. 시계의 박자에서(실례로 초의 시작) 계수기는 한 박자내에 출구될수 있는 자료량(보통 바이트로)으로 설정된다.

이 알고리듬은 대기렬의 앞쪽에서 프레임의 크기를 검사한다. 만일 크기가 계수기의 값보다 작거나 같다면 파케트는 보내지고 크다면 파케트는 대기렬에 남게 되며 시계의 다음 박자까지 기다린다. 그림 18-20은 루실바께쯔알고리듬의 흐름도를 보여 준다.

이 알고리듬이 동작하기 위하여서는 프레임의 크기가 최대계수기값보다 작아야 한다는것을 주목해야 한다.

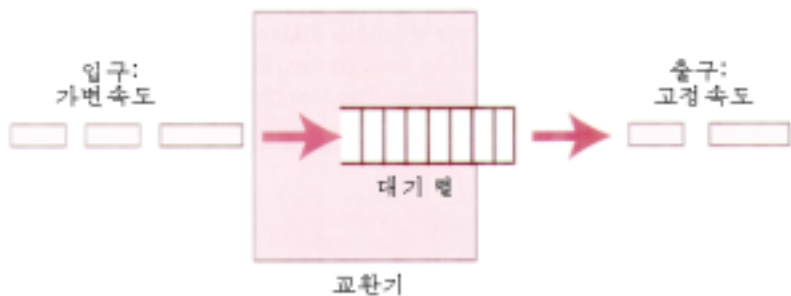



그림 18-19. 출구속도를 조종하는 교환기

그림 18-20. 루실바께쯔알고리듬의 흐름도

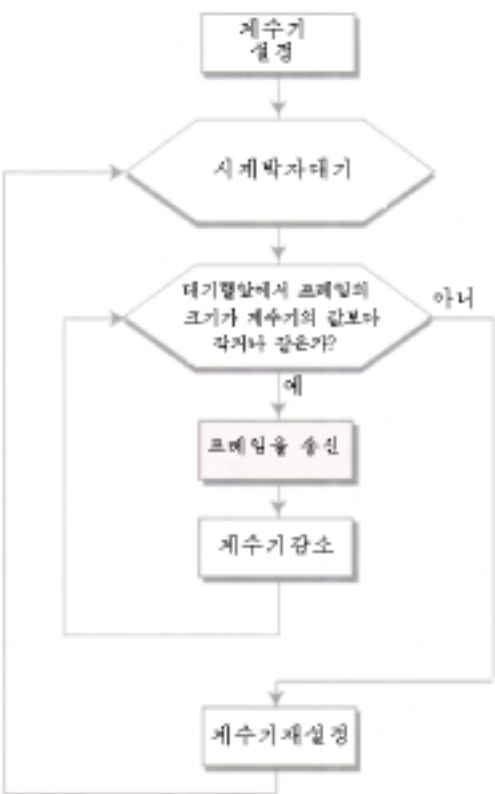
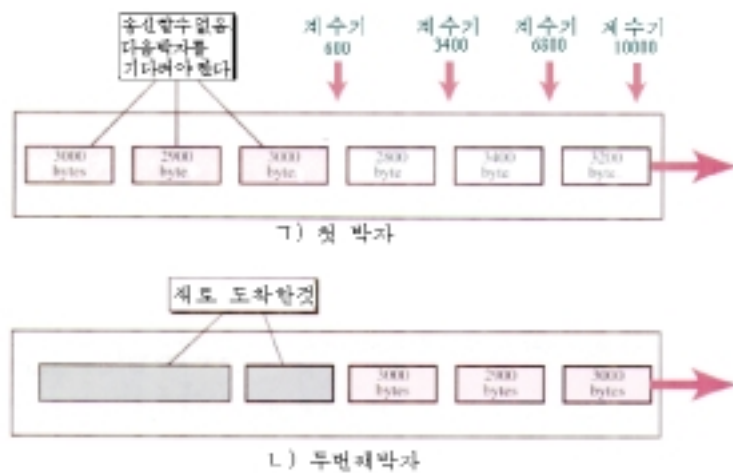



그림 18-21. 루실바께쯔알고리듬의 실례

그림 18-21은 한가지 실례를 보여 준다. 출구속도는 80kbps라고 가정한다. 이것은 초당 80,000bit 또는 초당 10,000byte를 의미한다. 계수기는 초기에 10,000으로 설정되며 세개 프레임을 보낸후 그 값이 600으로 되고 이것은 다음 프레임크기보다는 작다. 다음 세개 프레임은 송신될수 없다. 그것들은 시계의 다음 박자까지 기다려야 한다.

18.6. 통신량조종

혼잡전략은 프레임중계가 언제 BECN 또는 FECN비트를 설정해야 하는가, DE비트는 언제 설정되는가, 프레임은 언제 버리는가를 결정하기 위하여 통신량조종추정을 할것을 요구한다.

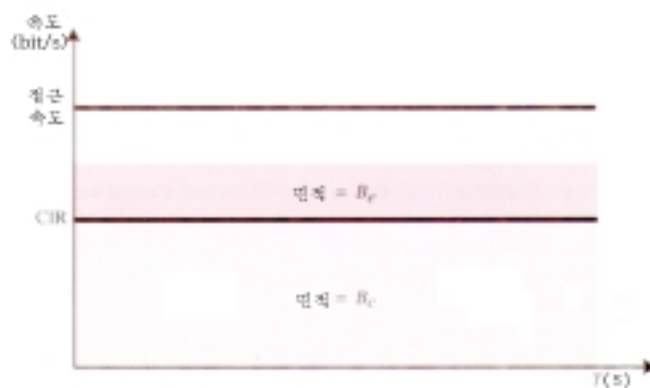



그림 18-22. 통신량조종속성들사이의 관계

통신량조종에는 4개의 속성 즉 접근속도, 위임된 집중송신크기, 위임된 정보속도, 과잉집중송신크기가 있다. 이것들은 사용자와 망사이의 교섭기간에 설정된다. PVC접속에 대하여 그것들은 한번 교섭되며 SVC접속에 대해서는 접속설정때마다 교섭된다. 그림 18-22는 이 네가지 속성들사이의 관계를 보여 준다.

접근속도

매 접속에 대한 접근속도(bit/s)가 규정된다. 이 접근속도는 실지로 사용자와 망을 접속시키는 통로의 통과대역에 관계된다. 사용자는 이 속도를 초과할수 없다. 실례로 사용자가 T-1회선으로 프레임중계망에 접속된다면 접근속도는 1.544Mbps이며 그것을 초과할수 없다.

위임된 집중송신크기

매 접속에 대하여 프레임중계는 위임된 집중송신크기(Bc)를 정의한다. 이것은 망이 임의의 프레임을 버리거나 DE비트를 설정함이 없이 전송할것을 위임 받은 어떤 정해 진 기간동안의 최대 비트수이다. 실례로 4s동안 400kbit의 Bc가 보장되였다면 사용자는 4s동안 프레임손실걱정이 없이 400kbit까지 송신할수 있다. 이것은 초당 정의된 속도가 아니다. 이것은 루적측정이다. 사용자는 첫 1s동안 300kbit를 보내고 다음 2s동안 보내지 않고 마지막 1s동안 100kbit를 보낼수 있다.

위임된 정보속도

위임된 정보속도(CIR)는 위임된 집중송신크기와 비슷한데 그것은 초당 평균버스트속도를 정의한다. 사용자가 계속 이 속도를 따른다면 망은 프레임을 전송하도록 위임된다. 그러나 그것은 평균측정이기때문에 사용자는 시간에 따라 CIR보다 더 빨리 또는 더 늦게 자료를 보낼수 있다. 이미 정해 진 기간동안의 평균이 만족되는한 프레임은 전달될것이다.

미리 정해 진 기간동안 보내진 비트들의 루적개수는 Bc를 넘지 말아야 한다. CIR는 독립적인 측정이 아니다. 그것은 다음의 공식으로 계산될수 있다.

$$CIR=B_C/T(bps)$$

실례로 Bc가 5s기간에 5kbit라고 하면 CIR는 5000/5 즉 1kbit/s이다.

과잉집중송신크기

매 접속에 대하여 프레임중계는 과잉집중송신크기(Be)를 정의한다. 이것은 사용자가 정해 진 기간동안 송신할수 있는 최대 Bc초과비트수이다. 망은 혼잡이 없다면 이 비트들을 전달하도록 위임된다. 여기서는 Bc의 경우보다 더 적은 위임이 없다. 망은 조건부적

으로 위임한다.

사용자속도

그림 18-23은 사용자가 버스트자료를 어떻게 보낼수 있는가를 보여 준다. 만일 사용자가 Bc를 넘지 않는다면 망은 프레임을 하나도 버리지 않고 전달할것을 위임 받는다. 사용자가 Be보다 약간 적게 Bc를 초과한다면(즉 전체 비트는 Bc+Be보다 작다) 망은 혼잡이 없는 경우에 모든 프레임을 전달하도록 위임 받는다. 혼잡이 있다면 일부 프레임들을 버린다. 사용자로부터 프레임을 받은 첫 교환기는 계수기를 가지고 있으며 Bc를 초과하는 프레임들에 대하여 DE를 설정해 준다. 다른 교환기들은 혼잡이 있는 경우 이 프레임들을 버릴것이다. 보다 빠른 속도로 자료를 보내려고 하는 사용자는 Bc를 초과해도 좋다. 그 정도가 Bc+Be를 넘지 않는 한 프레임은 버려 지는것이 없이 목적지까지 도달할 가능성이 있다. 그러나 사용자가 Bc+Be를 초과하는 순간 그 이후의 모든 프레임은 첫 교환기에서 다 버려 진다.

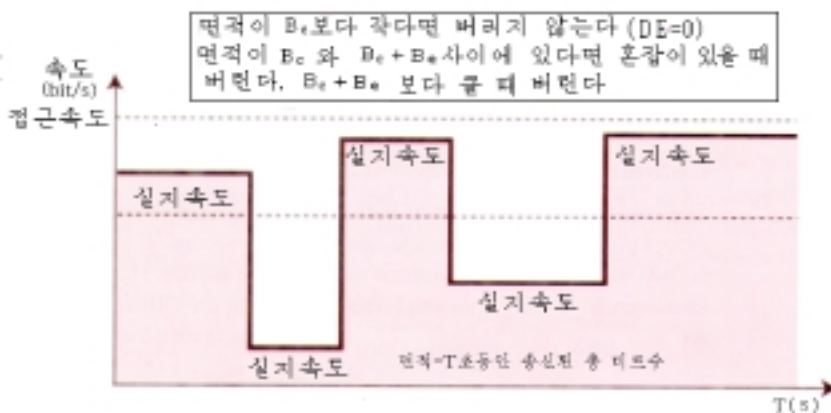



그림 18-23. Bc와 Bc+Be에 관한 사용자속도

18.7. 기타 특징

프레임중계의 다른 특징들을 여기서 간단히 고찰한다.

확장주소

DLCI의 범위를 증가시키기 위하여 프레임중계주소는 본래의 두 바이트로부터 셋 또는 네 바이트주소로 확장된다. 그림 18-24는 이 주소차이를 보여 준다. EA마당은 바이트수를 정의한다. 즉 EA는 마지막주소바이트에서 1이고 다른 바이트에서는 0 이다. 3 및 4byte프레임에서 이 비트는 마지막에 대해서만 1이고 다 0임을 주목해야 한다.

FRAD

기타 규약으로부터 도달하고 프레임을 취급하기 위하여 프레임중계는 프레임중계조립기/분해기(FRAD)라는 장치를 리용한다. FRAD는 다른 규약으로부터의 프레임을 조립하고 분해하여 그것들을 프레임중계프레임으로 나를수 있게 한다. FRAD는 각각의 장치로 실현될수도 있고 또는 교환기의 한 부분으로 될수 있다. 그림 18−25는 프레임중계망에 접속된 두개의 FRAD를 보여 준다.

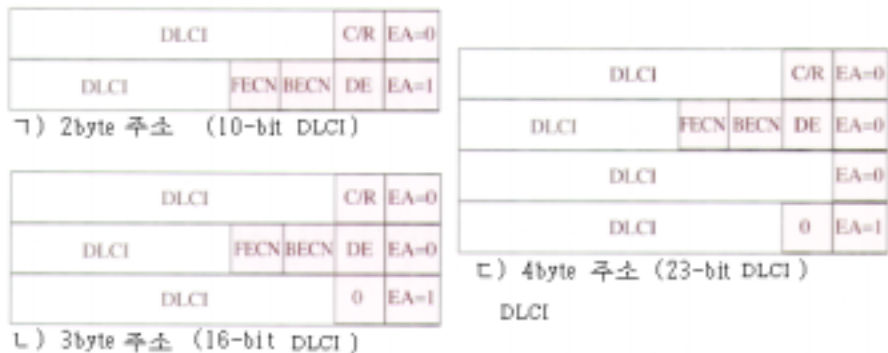



그림 18−24. 세가지 주소형식

그림 18−25. FRAD

VOFR

프레임중계망은 망을 통하여 음성을 전송하는 음성신호프레임중계(VOFR)이라는 선택을 제공한다. 음성은 PVM을 리용하여 수자화되며 압축된다. 그 결과는 자료프레임으로서 망에 전송된다. 이 특징은 먼거리를 통하여 값 눅은 음성전송을 가능하게 한다. 그러나 음성의 질은 전화망과 같은 회선교환망을 통한 음성에 비하여 좋지 못하다. 또한 초기에 언급한 가변지연으로 하여 실시간음성이 때때로 손상된다.

LMI

프레임중계는 본래 PVC접속을 보장하도록 설계되였다. 그러므로 대면부들을 조종하고 관리하는 수단은 없다. 국부관리정보(LMI)는 관리특징을 더 보장하기 위하여 최근에

프레임중계규약에 첨가된 규약이다. 특히 LMI는 다음의것을 보장할수 있다.

- 자료가 흐르고 있는가를 검사하는 《살아 있는》구조
- 국부 DTE가 여러개의 원격 DTE에 프레임을 보낼수 있는 다중수신자의 송신구조
- DTE가 DCE의 상태를 검사할수 있게 하는 구조(실례로 DCE가 혼잡상대인가를 알아 보는것)

18.8. 실마리어

국부관리정보(LMI)
파잉집중송신크기(Be)
루실바께쯔알고리듬
명백한 정방향혼잡통보(FECN)
명백한 역방향혼잡통보(BECN)
버림자격(DE)
버스트자료
자료련결접속식별자(DLCI)
접근속도
통신량조종
프레임중계
프레임중계를 통한 음성(VOFR)
프레임중계조립기/분해기(FRAD)
혼잡
혼잡조종
혼잡회피
요구에 따른 대역너비
위임된 집중송신크기(Bc)
위임된 정보속도(CIR)

18.9. 요 약

- 프레임중계는 LAN들을 접속시키는 효과적인 비용의 기술이다.
- 프레임중계는 버스트자료를 취급할수 있다.
- 프레임중계는 X.25규약에서 필요한 많은 오유검사를 소거한다.
- 프레임중계에서 PVC와 SVC접속이 다 리용된다.
- 자료련결접속식별자(DLCI)는 프레임중계에서 가상회선을 식별한다.
- 프레임중계는 OSI모형의 물리층과 자료련결층에서 동작한다.
- 자료련결층에서 프레임중계는 HDLC규약의 단순한 변종을 리용한다.
- 프레임중계에서 경로조종과 교환은 자료련결층의 기능이다. 파케트가 아니라 프레임이 교환된다.
- 흐름조종은 프레임주소마당의 BECN비트와 FECN비트를 통하여 취급된다.
- 루실바께쯔알고리듬은 교환기에서 프레임전송을 위한 모형이다. 대기렬출구비트는 고정속도이며 입구비트들은 가변속도이다.
- 프레임중계통신량은 4개 인자에 관계된다. 즉 접근속도, 위임된 집중송신크기, 위임된 정보속도, 파잉집중송신크기이다.

18.10. 련 습

복습문제

1. 프레임중계에서 흐름조종은 어떻게 취급되는가?
2. 프레임중계조립기/분해기(FRAD)는 프레임중계중추에서 어떻게 리용되는가?
3. X.25에 비한 프레임중계의 몇가지 우점을 말하시오.
4. 프레임중계에서 프레임은 어떻게 재송신되는가?
5. HDLC규약프레임과 프레임중계규약프레임을 비교하시오. 프레임중계규약프레임에서 어느 마당이 빠지는가? 프레임중계규약프레임에서 어느 마당이 첨가되는가?
6. HDLC의 조종마당이 프레임중계에서는 왜 다 없어 지는가?
7. HDLC는 세가지 프레임형식을 가진다 (I, S, U프레임). 어느것이 프레임중계프레임에 대응하는가?
8. 프레임중계규약에서 미끄럼창문의 필요성이 있는가?
9. 프레임중계에서 순서번호는 없다. 왜 그런가?
10. 프레임중계망에 접속된 두개 장치가 같은 DLCI를 리용하는가?
11. LAN들을 접속하는 해결방안으로서 프레임중계가 왜 T-1회선보다 더 좋은가?
12. 버스트자료는 어떻게 정의되는가?
13. 프레임중계가 왜 원격회의와 같은 실시간통신에 적당치 않는가?
14. SVC와 PVC를 비교하시오.
15. 프레임중계물리층을 고찰하시오.
16. DE비트는 혼잡상태에서 무엇을 해야 하는가?
17. BECN비트는 송신기에 망의 혼잡을 어떻게 통보하는가?
18. FECN비트는 수신기에 망의 혼잡을 어떻게 통보하는가?
19. 프레임중계교환기에서 출구속도는 실지로 고정되는가? 왜 그런가? 또는 왜 그렇지 않는가?
20. 위임된 집중송신크기가 위임된 정보속도에 어떻게 관계되는가?
21. 주소마당에서 EA비트의 기능은 무엇인가?

선택문제

22. 프레임중계는 ____층에서 오유검사를 요구한다.
    ㄱ) 물리
    ㄴ) 자료련결
    ㄷ) 망
    ㄹ) 이중에 없음
23. 프레임중계는 ____에서 동작한다.
    ㄱ) 물리층

ㄴ) 자료련결층
ㄷ) 물리 및 자료련결층
ㄹ) 물리, 자료련결, 망층

24. 자료련결층에서 프레임중계는 ____을 리용한다.
ㄱ) BSC규약
ㄴ) 단순화된 HDLC규약
ㄷ) LAPB
ㄹ) 임의의 ANSI규격규약

25. 프레임중계의 주소마당의 어느 비트가 마지막주소바이트를 표시하여 1로 설정되는가?
ㄱ) DE
ㄴ) EA
ㄷ) C/R
ㄹ) FECN

26. 프레임중계의 주소마당의 어느 비트가 프레임이 비상환경에서 소거되는가, 아닌가를 결정하는가?
ㄱ) DE
ㄴ) EA
ㄷ) C/R
ㄹ) FECN

27. 프레임중계에서 경로조종과 교환은 _____층에서 수행된다.
ㄱ) 물리
ㄴ) 자료련결
ㄷ) 망
ㄹ) ㄴ)와 ㄷ)

28. 프레임중계에서 어느 마당이 영구가상회선주소를 포함하는가?
ㄱ) EA
ㄴ) FECN/BECN
ㄷ) DE
ㄹ) DLCN

29. 프레임중계망에 대한 자료속도는 ____Mbps일수 있다.
ㄱ) 1. 544
ㄴ) 3. 88
ㄷ) 44. 376
ㄹ) 60

30. 프레임중계에서 X.25에 비하여 부가비트를 감소시키는데 기여하는 인자는 무엇인가?
ㄱ) 고속자료

ㄴ) 전2중방식
ㄷ) 파케트교환망
ㄹ) 확인이 없는것

31. 버스트자료는 ____에서 허용된다.
ㄱ) 프레임중계망
ㄴ) X.25망
ㄷ) T형회선
ㄹ) 이 모든것

32. 프레임중계는 가변프레임길이로 생기는 전송지연때문에 ____에 대해서는 적당치 않다.
ㄱ) 실시간비데오
ㄴ) 파일전송
ㄷ) 고정속도자료전송
ㄹ) 이 모든것

33. WAN으로 리용된 프레임중계망에서 프레임중계교환기는 ____로 고찰되며 LAN을 프레임중계교환기에 접속시키는 경로조종기는 _____로 고찰된다.
ㄱ) DTE:DCE
ㄴ) DTE:DTE
ㄷ) DCE:DTE
ㄹ) DCE:DCE

34. 프레임중계는 ____접속을 보장한다.
ㄱ) PVC
ㄴ) SVC
ㄷ) DLCI
ㄹ) ㄱ와 ㄴ

35. X.25에서 가상회선별자는 ____층에서 동작하고 프레임중계에서는 ____층에서 동작한다.
ㄱ) 자료련결:물리
ㄴ) 망:자료련결
ㄷ) 망:물리
ㄹ) 자료련결:망

36. FECN은 ____에게 혼잡을 통지하며 BECN은 ____에게 혼잡을 통지한다.
ㄱ) 목적지:대면부
ㄴ) 목적지:송신기
ㄷ) 송신기:목적지
ㄹ) 대면부:송신기

37. DTE A와 DTE Z를 접속하는 프레임중계망에서 A−Z방향으로 혼잡이 생겼다. A에서 Z로 가는 프레임이 FECN비트 ____를 가지며 BECN비트 ____를 가진다.
ㄱ) 설정:설정

ㄴ) 설정:비설정
ㄷ) 비설정:설정
ㄹ) 비설정:비설정

38. Bc와 Be를 더해서 ____보다 작아야 한다.
ㄱ) CIR
ㄴ) 접근속도
ㄷ) 위임된 집중송신크기
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

39. 접근속도와 CIR사이의 관계는 무엇인가?
ㄱ) CIR는 항상 접근속도와 같다.
ㄴ) CIR는 접근속도보다 크다.
ㄷ) CIR는 접근속도보다 작다.
ㄹ) CIR더하기 Be는 접근속도와 같다.

40. 프레임중계망은 프레임을 버림이 없이 초당 _____비트를 전송하도록 위임된다.
ㄱ) B_C
ㄴ) Be
ㄷ) CIR
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

41. Bc는 특정한 기간동안 Be보다 _____.
ㄱ) 항상 크다
ㄴ) 항상 작다
ㄷ) 항상 같다
ㄹ) 이중에 없다

42. 프레임중계에서 전송속도는 ____넘을수 없다.
ㄱ) Bc
ㄴ) Be
ㄷ) CIR
ㄹ) 접근속도

43. 프레임중계망은 혼잡이 없다면 특정한 기간동안 최대____비트를 전송하도록 위임된다.
ㄱ) Bc
ㄴ) Be
ㄷ) CIR
ㄹ) 접근속도

44. 프레임중계주소마당은 ____길이이다.
ㄱ) byte
ㄴ) 2byte
ㄷ) 3byte
ㄹ) 이중에 임의로

45. ____라는 장치는 파케트가 프레임중계망을 따라 ATM망으로부터 전송되게 한다.
ㄱ) LMI
ㄴ) VOFR
ㄷ) FRAD
ㄹ) DLCI

46. ____는 프레임중계망에서 대면부들을 조종하고 관리하는 규약이다.
ㄱ) LMI
ㄴ) VOFR
ㄷ) FRAD
ㄹ) DLCI

47. ____는 망을 통하여 음성을 전송하는 프레임중계선택이다.
ㄱ) LMI
ㄴ) VOFR
ㄷ) FRAD
ㄹ) DLCI

련습문제

48. 프레임중계프레임의 주소마당은 101100010110이다. DLCI는 얼마인가(10진수로)?
49. 프레임중계프레임의 주소마당이 1011000100010110이다. 정방향으로 혼잡이 있는가? 역방향으로는 있는가?
50. 프레임중계프레임의 주소마당이 1011001000101110이다. 혼잡이 있다면 이 프레임은 버려 질것인가?
51. 프레임중계프레임의 주소마당이 101100000101001이다. 타당한가?
52. 수신된 첫 세개 바이트가 7C74E1H라면 DLCI값을 구하시오.
53. DLCI가 178일 때 두 바이트주소마당값을 16진수로 구하시오. 혼잡은 없다.
54. 프레임이 DTE A에서 DTE B로 간다. A−B쪽으로 혼잡이 있다. FECN비트가 설정되는가? BECN비트가 설정되는가?
55. 프레임이 DTE B에서 DTE A로 간다. A−B쪽으로 혼잡이 있다. FECN비트가 설정되는가? BECN비트가 설정되는가?
56. 프레임이 DTE A에서 DTE B로 간다. 두 방향에서 혼잡은 없다. FECN비트가 설정되는가? BECN비트가 설정되는가?
57. 루실바께쯔에서 출구속도가 분당 5*l*, 12s동안 분당 100*l*의 입구버스트가 있고 48s동안은 입구가 없을 때 바께쯔의 용량은 얼마여야 하는가?
58. 교환기에서 출구대면부가 루실바께쯔알고리듬을 리용하여 초당 8,000byte를 보내도록 설계된다. 다음의 프레임이 순차로 수신될 때 매초마다 전송되는 프레임들을 표시하시오.
    프레임 1, 2, 3 : 4,000byte짜리
    프레임 5, 6, 7 : 3,200byte짜리

프레임 8, 9 : 400byte짜리

프레임 10, 11, 12 : 2,000byte짜리

59. 사용자가 T-1회선을 통하여 프레임중계망에 접수된다. 보장된 CIR는 1Mbps로서 Bc는 5s동안 5Mbit, Be는 5s동안 1Mbit이다. 다음 물음에 대답하시오.
   ㄱ) 접근속도는 얼마인가?
   ㄴ) 사용자가 1. 6Mbps로 자료를 보낼수 있는가?
   ㄷ) 사용자가 1Mbps로 항상 자료를 보낼수 있는가? 이 경우 프레임이 버려 지지 않는다는것이 담보되는가?
   ㄹ) 사용자가 1.2Mbps로 항상 자료를 보낼수 있는가? 이 경우 프레임이 버려 지지 않는다는것이 담보되는가? 답이 아니라면 프레임이 혼잡이 있을 때만 버려 진다는것이 담보되는가?
   ㅁ) 1.4Mbps의 상수속도에 대하여 ㄹ)의 질문을 반복하시오.
   ㅂ) 사용자가 프레임이 버려 지는것은 걱정하지 않고 항상 리용할수 있는 최대 자료속도는 얼마인가?
   ㅅ) 사용자가 모험적으로 한다면 혼잡이 없는 경우에 버려짐이 없이 리용될수 있는 최대 자료속도는 얼마인가?

60. 문제 59에서 사용자는 2s동안 1.4Mbps로 보내고 다음 3s동안은 보내지 않는다. 혼잡이 없다면 버림위험이 있는가? 혼잡이 있다면 어떻겠는가?

61. 그림 18-26에서 DTE A와 DTE B사이에 가상접속이 확립된다. 매 련결고리에 대한 DLCI를 표시하시오.

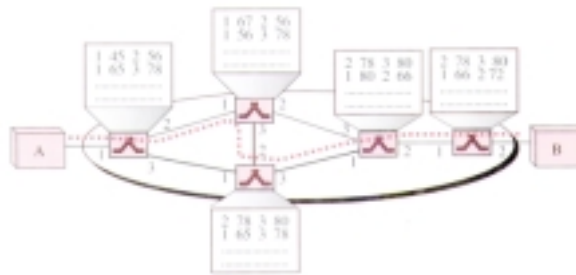



그림 18-26. 문제 61

62. 그림 18-27에서 DTE A와 DTE B사이에 가상접속이 확립된다. 매개 교환기의 표에서 대응하는 인입점들을 표시하시오.

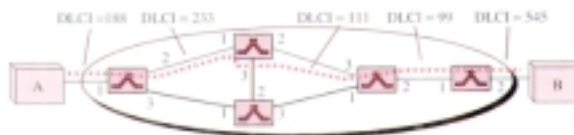



그림 18-27. 문제62

제19장. ATM

비동기전송방식(ATM)은 ATM연단이 설계한 셀중계규약이며 ITU-T에 적용되였다. ATM과 B-ISDN의 조합은 전 세계의 망들에 고속호상접속을 허용할것이다. 사실 ATM은 정보고속도로에서의 《고속도로》로 생각할수 있다.

19.1.설계목표

ATM설계가들이 부닥치는 난관들중에는 여섯가지가 있다. 첫째로, 가장 중요한것은 전송체계가 고속전송매체 특히 빛섬유리용을 최량화하려는 요구이다. 넓은 대역너비를 보장하는것외에도 보다 새로운 전송매체와 장비들은 잡음영향을 크게 감소시키고 있다. 이 두가지 인자의 우점을 다 취하고 자료속도를 최대로 하는데는 기술이 요구된다.

둘째로, 여러가지 파케트망들과 같은 현재의 체계들을 결합하여 그것들사이에 효과성저하나 교체가 없이 넓은 지역호상접속을 보장할수 있는 체계에 대한 필요성이다. ATM은 WAN구조에서도 효과적이며 잠재적으로 LAN과 단거리통신구조에서도 효과적이다. 그 제안자들은 그것이 종국적으로 현재 체계들을 교체할것을 희망한다. 그러나 그렇게 하기까지는 그 규약이 다른 체계의 파케트와 프레임을 ATM셀로 넘기는 구조를 보장한다. 세번째로, 비용이 도입하는데 방해되지 않도록 값 눅게 실현될수 있는 설계에 대한 요구이다. ATM이 목적대로 국제통신의 중추로 된다면 그것을 원하는 매개 사용자들에게 낮은 비용으로 리용할수 있게 되여야 한다. 넷째로, 새로운 체계는 현재 원격통신계층구조들(국부회선, 국부보장자, 원거리운반자 등)과 함께 동작하고 지원할수 있어야 한다. 다섯째로, 새로운 체계는 정확하고 예측가능한 전송을 담보하도록 접속지향이여야 한다. 마지막으로 중요한 목적은 가능한껏 많은 하드웨어기능을 동작시키고(속도를 위하여) 가능한껏 많은 쏘프트웨어기능을 소거하는것(역시 속도를 위하여)이다.

이러한 설계요구에 대한 대책을 고찰하기전에 현재 체계들에서의 문제들을 몇가지 검토하는것이 유익하다.

> ATM 에서 일부 쏘프트웨어기능은 하드웨어로 넘어 가며 이것은 자료속도를 증가시킬수 있다.

파케트망

오늘날의 자료통신은 파케트교환과 파케트망에 기초한다. 14장에서 설명한바와 같이 파케트는 완비단위로서 망을 통과할수 있는 자료와 부가비트들의 조합이다. 머리부와 꼬리부의 형태로 부가비트들은 경로조종, 흐름조종, 오유조종 등에 필요한 자료는 물론 식별과 주소화정보를 제공하는 봉투로서 작용한다.

여러 규약들은 크기나 여러가지 내용이 가변하는 파케트를 리용한다. 망들이 보다 복잡해 지는데 따라 그 머리부에서 운반되는 정보도 더 확장된다. 결과 자료단위의 크기에 비하여 머리부는 더욱 더 커진다. 대응하여 어떤 규약들은 자료단위의 크기를 더 늘여서 머리부가 더 효과적으로 되게 한다(같은 크기의 머리부로 더 많은 자료를 보낸다.). 그러나 큰 자료마당은 랑비를 초래한다. 송신할 정보가 많지 않다면 많은 마당이 리용되지 않는다. 리용을 개선하기 위하여 어떤 규약들은 사용자들에게 가변파케트크기를 보장한다. 지금은 근거리통신고리를 200byte보다 작은 파케트와 65,545byte의 파케트가 공유할수 있게 하고 있다.

혼합망통신량

상상할수 있는바와 같이 파케트크기의 다양성은 통신량을 예측할수 없게 한다. 교환기, 다중기, 경로조종기들은 각이한 크기의 파케트들을 관리하기 위하여 정교한 쏘프트웨어체계를 배합해야 한다. 많은 량의 머리부정보가 읽어 져야 하며 매 비트가 계산되고 매개 파케트의 완결성을 담보하도록 평가되여야 한다. 각이한 파케트망들을 호상망결합하는것은 더디여 지며 좋은 경우에 비싼값으로 되고 나쁜 경우에는 불가능하다.

또 다른 문제는 파케트크기가 예측할수 없고 계속 변할수 있을 때 일관한 속도의 자료전송을 보장하는것이다. 광대역기술을 최대로 취하기 위해서 통신량은 공유행로에 시분할다중화되여야 한다. 서로 다른 요구조건(그리고 파케트설계)을 가진 두개 망으로부터 파케트를 하나의 련결고리로 다중화하는 결과를 생각해 보자(그림 19−1). 회선 1이 큰 파케트(보통의 자료파케트)를 리용하고 회선 2가 매우 작은 파케트(음성 및 영상정보노름)를 리용할 때 어떤 일이 일어 나겠는가?

그림 19−1. 각이한 파케트크기를 리용한 다중화

회선 1의 큰 파케트 X가 회선 2의 파케트보다 약간 먼저 다중기에 도착하면 다중기는 파케트 X를 먼저 새 행로에 놓는다. 결국 회선 2의 파케트가 우선권을 가진다 해도 다중기는 그것을 위하여 기다렸다가 도착하면 처리하는 방법을 모른다. 파케트 A는 전체 X가 지나가서 자리가 날 때까지 기다린 후에야 뒤따를수 있다. X의 크기는 파케트 A에 대하여 불공정한 지연을 가져 온다. 동일한 불균형성이 회선 2의 모든 파케트들에 미칠수 있다. 비슷한 실례로서 어떤 행렬이 다른쪽에서 도착한후에 우리의 차가 갈림길에 도달했을 때를 생각하자. 행렬은 우리와 같은 통로를 취하였으며 그것이 먼저 도달했기때문에 우리가 도착했을 때는 이미 들어 서고 있다. 우리는 전체 행렬이 지나갈 때까지 기다린 다음에야 뒤따라 갈수 있다. 이제는 우리가 행렬보다 먼저 들어 서는 어떤 다른 차

를 뒤따른다고 하자. 우리는 제때에 목적지에 도달할것이다.

음성과 영상파케트는 보통 작으므로 그것들을 일반자료통신량과 혼합하면 이런 형태의 허용할수 없는 지연이 생기며 공유된 파케트고리가 음성과 영상정보에 대해서는 리용할수 없는것으로 만든다. 통신량은 자동차와 기차가 그렇듯이 각이한 행로를 따라 진행되여야 한다. 그러나 광대역련결고리를 충분히 리용하기 위해서는 같은 고리를 통하여 모든 종류의 통신량을 보낼수 있어야 한다.

셀망

파케트호상망결합에서의 많은 문제들은 셀망이라는 개념을 도입하여 해결된다. 셀은 고정된 크기의 작은 자료단위이다. 셀망에서 기본자료교환단위로서 셀을 리용하는데 모든 자료는 완전한 예측가능성과 균일성을 가지고 전송될수 있는 일치한 셀들에 적재된다. 각이한 크기와 형식을 가진 파케트들이 지류망으로부터 셀망에 도달할 때 그것들은 여러개의 같은 길이의 작은 자료단위로 분할되여 셀에 적재된다. 그다음 셀들은 다른 셀들과 다중화되여 셀망을 통하여 경로조종된다. 매개 셀은 같은 크기를 가지며 모두가 다 작기때문에 각종 크기의 파케트를 다중화할 때의 문제는 없어 진다.

> 셀망은 기초자료교환단위로서 셀을 리용한다. 셀은 작고 고정된 크기의 정보블로크로 정의된다.

셀의 우점

그림 19-2는 그림 19-1로부터의 다중기를 보여 준다. 여기서 두 회선은 파케트대신에 셀들을 보내고 있다. 파케트 X는 세개의 셀 X, Y, Z로 토막되였다. 회선 1로부터 첫 셀이 회선 2의 첫 셀보다 먼저 련결고리에 놓인다. 두 회선의 셀들은 긴 지연이 없이 사이사이 끼운다.

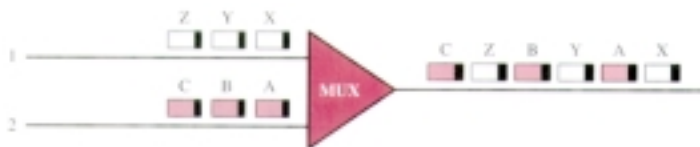



그림 19-2. 셀을 리용하는 다중화

이 방식의 두번째 우점은 작은 크기의 셀들과 결합된 고속련결고리가 간격식임에도 불구하고 매 회선의 셀들이 거의 련속흐름으로 각각의 목적지에 도달하도록 하는것이다(영화는 사실 개별적정지화상의 렬이지만 뇌수에는 련속작용으로 나타나는것과 같이).

이 방식에서 셀망은 량쪽이 토막화와 다중화를 전혀 느끼지 않게 전화호출과 같은

실시간전송을 취급할수 있다.

또한 고정된 셀크기로 인한 예측가능성은 교환기와 말단이 매개 셀을 비트렬보다는 단위로써 취급하게 한다. 다른말로 셀망에서 최소단위는 비트가 아니라 셀이다. 이 구별은 망동작이 효과적일뿐아니라 더 값 눅게 한다. 교환과 다중화는 쏘프트웨어보다는 하드웨어적으로 실현되며 결국 장치는 생산과 유지에 비용이 적게 든다.

비동기 TDM

ATM은 비동기시분할다중화를 리용한다(8장을 참고). 그러므로 비동기전송방식이라고 한다. 그것은 고정된 슬로트(셀크기)를 리용한다. ATM다중기는 슬로트를 입구통로로부터 오는 한개 셀로 채운다. 통로가 셀을 송신하지 않는다면 그 슬로트는 비게 된다.

그림 19-3은 세개 입구에서부터 셀들이 어떻게 다중화되는가를 보여 준다. 시계의 첫 박자에서 통로 2는 셀이 없으며(빈입구슬로트) 다중기는 그 슬로트를 세번째 통로의 셀로 채운다. 모든 통로로부터의 모든 셀들이 다중화될 때 출구슬로트는 빈다.

그림 19-3. ATM다중화

19.2. ATM구조

ATM은 셀교환망이다. 종단이라고 하는 사용자접근장치는 사용자-망대면부(UNI)를 통하여 망안의 교환기들에 접속된다. 교환기들은 망대망대면부(NNI)를 통하여 접속된다. 그림 19-4는 ATM망의 실례를 보여 준다.

가상접속

두 종단사이의 접속은 전송행로(TP), 가상행로(VP), 가상회선(VC)을 통하여 확립된다. 전송행로(TP)는 종단과 교환기 또는 두 교환기사이의 물리접속이다. 두 교환기를 두 도시로 생각하자. 전송행로는 두 도시를 직접 련결하는 고속도로묶음이다.

전송행로는 몇개의 가상행로로 나누인다. 가상행로(VP)는 두 교환기사이의 접속 또는 접속묶음을 보장한다. 가상행로를 두 도시를 련결하는 한개의 고속도로로 생각한다. 매개 고속도로는 가상행로이며 모든 고속도로 묶음은 전송행로이다.

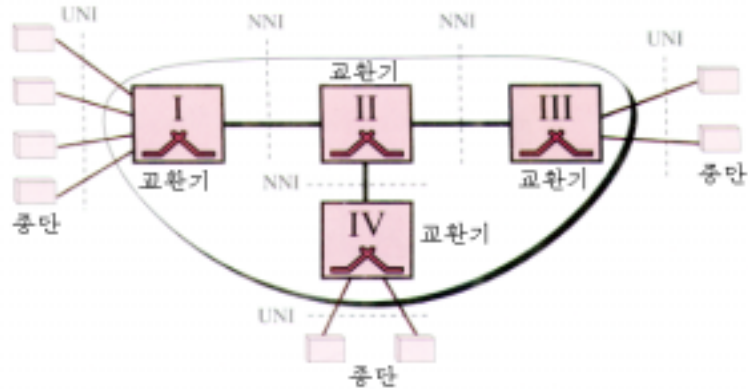



그림 19−4. ATM망의 구조

셀망은 가상회선에 기초한다. 한개 통보에 속하는 모든 셀들은 같은 가상회선을 따르며 목적지에 도달할 때까지 본래의 순서를 유지한다. 가상회선을 고속도로(가상행로)의 한개 통로로 생각하자. 그림 19−5는 전송행로(물리접속), 가상행로(그 행로부분이 같기때문에 함께 묶여 있는 가상회선들의 조합), 론리적으로 두 점을 함께 접속하는 가상회선 사이의 관계를 보여 준다.

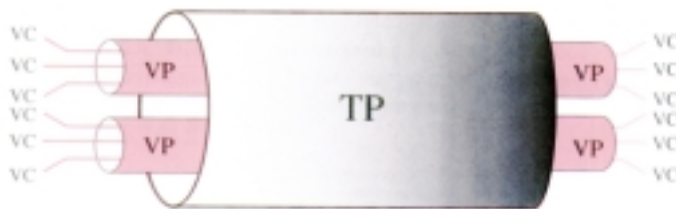



그림 19−5. TP, VP, UC

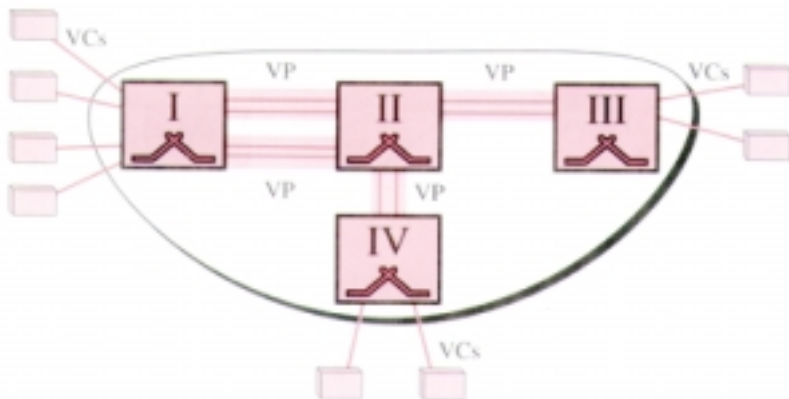



그림 19−6. VP와 VC의 설계

VP와 VC의 개념을 보다 잘 리해하기 위하여 그림 19-6을 보자. 이 그림에서 8개의 종단이 4개의 VC를 리용하여 통신하고 있다. 그러나 첫 두개 VC는 교환기 I에서 교환기 Ⅲ까지 같은 가상행로를 공유하는것 같다. 그러므로 두개의 VC를 한개의 VP형태로 묶으면 합리적이다. 한편 다른 두개의 VC는 교환기 I에서 IV까지 같은 행로를 공유하며 그것을 조합하여 한개 VP를 형성하는것이 합리적이라는것은 명백하다.

식별자

가상회선망에서 자료를 한 종단에서 다른 종단으로 경로조종하기 위하여 가상접속은 식별될 필요가 있다. 이 목적을 위하여 ATM설계자들은 두개 준위를 가진 계층형식별자를 창조하였다. 즉 가상행로식별자(VPI)와 가상회선별자(VCI). VPI는 특정의 VP를 규정하며 VCI는 VP안에서 개개의 VC를 정의한다. VPI는 한개의 VP에 묶여 진(론리적으로) 모든 가상접속에 대하여 같다.

가상접속은 번호쌍 VPI 와 VCI 로 정의된다는것을 주목해야 한다.

그림 19-7은 전송행로(TP)에 대한 VCI와 VPI를 보여 준다. 식별자를 두 부분으로 나누는 근거는 ATM망에서의 경로조종을 고찰할 때 명백해 질것이다.

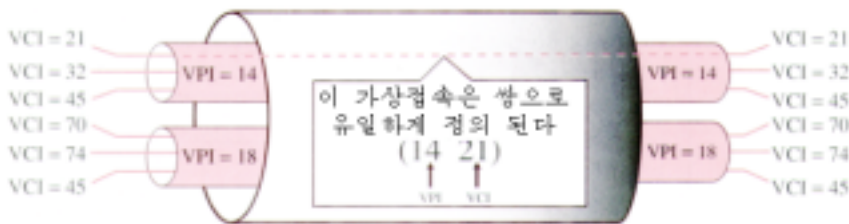



그림 19-7. 접속식별자

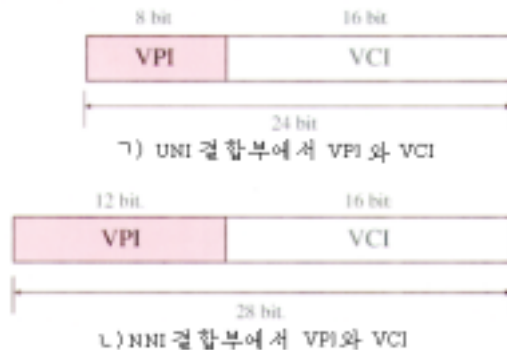



그림 19-8. UNI와 NNI에서 가상접속식별자

UNI와 NNI대면부들에 대한 VPI의 길이는 다르다. UNI대면부에서 VPI는 8bit이며 NNI에서는 12bit이다. VCI의 길이는 두 대면부에서 다같이 16bit이다. 그러므로 가상접속은 UNI대면부에서는 24bit로, NNI대면부에서는 28bit로 식별된다(그림 19-8).

셀

ATM망에서 기초자료단위는 셀이다. 셀은 머리부에 5byte, 유효전송량을 나르는데 48byte(사용자자료는 48byte보다 작을수도 있다.)로서 53byte이다. 셀의 마당을 상세히 고찰하기는 하지만 지금으로서는 머리부의 대부분이 VPI와 VCI로 차지된다는것을 말해 둔다. 이것들은 셀이 한 종단에서 교환기로 또는 교환기에서 교환기로 전송하는 가상접속을 정의한다. 그림 19-9는 셀구조를 보여 준다.

접속확립과 개방

X.25와 프레임중계와 같이 ATM은 두가지 접속형식 즉 PVC와 SVC를 리용한다.

PVC

영구가상접속(PVC)은 망봉사자에 의하여 두 종단사이에 확립된다. VPI와 VCI는 영구접속을 위하여 정의되며 그 값들은 매개 교환기의 표에 입구된다.

그림 19-9. ATM셀

SVC

가상회선교환(SVC)접속에서 종단이 다른 종단과 접속을 하려 할 때마다 새로운 가상회선이 확립될것이다. ATM은 그자체가 이 일을 할수 없으며 또 다른 규약(B-ISDN, IP 등)의 망층주소와 봉사를 요구한다. 다른 규약의 신호화구조는 두 종단의 망층주소를 리용하여 접속을 요구한다. 실지구조는 망층규약에 의존한다. 그 일반적내용을 그림 19-10에 보여 준다.

19.3. 교 환

ATM은 교환기들을 리용하여 원천에서 목적지종단까지 셀들의 경로를 조종한다. 그러나 교환이 보다 효과적으로 되게 하기 위하여 두가지 형식의 교환기 VP와 VPC를 리용한다.

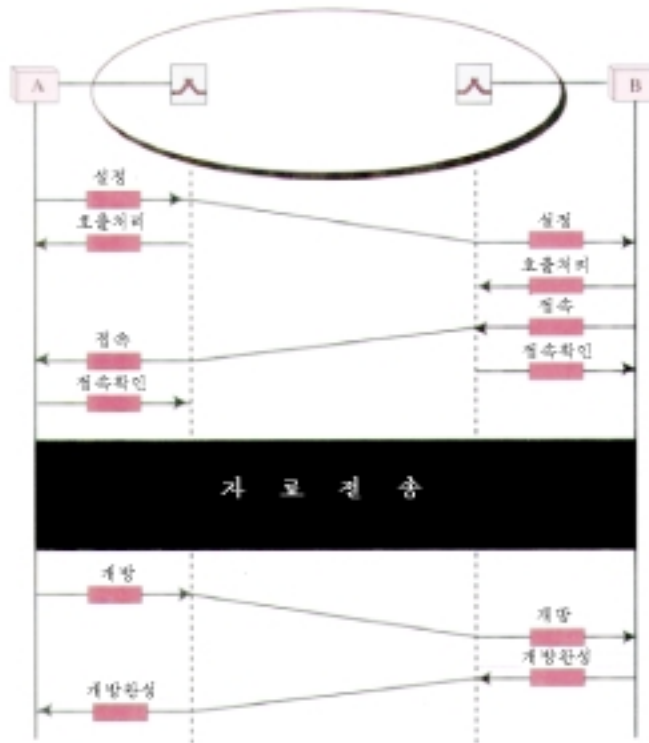



그림 19-10. SVC설정

VP교환기

VP교환기는 VPI만을 리용하여 셀들의 경로를 조종한다. 그림 19-11은 VP교환기가 어떻게 셀들을 경로조종하는가를 보여 준다. VPI가 153인 셀은 교환기대면부 1에 도달한다. 이 교환기는 자기교환표를 검사한다. 거기에는 행마다 4개의 정보가 기억되여 있다. 즉 도착대면부번호, 입구 VPI, 대응한 출구대면부번호, 새로운 VPI이다. 교환기는 대면부 1과

그림 19-11. VP교환기를 리용한 경로조종

VPI 153의 기입점을 찾아서 그 조합이 VPI 140인 출구대면부 3에 대응한다는것을 발견한다. 그것은 머리부의 VPI를 140으로 변화시키고 그 셀을 대면부 3을 통하여 보낸다.

그림 19-12는 VP교환기의 직관적개념을 보여 준다. VPI는 변하지만 VCI는 동일하게 유지된다.

그림 19-12. VP교환기의 직관적개념

VPC교환기

VPC교환기는 VPI와 VCI를 다 리용하여 셀의 경로를 조종한다. 경로조종은 전체 식별자를 요구한다. 그림 19-13은 VPC교환기가 어떻게 셀을 경로조종하는가를 보여 준다. VPI가 153, VCI가 67인 셀이 교환기대면부 1에 도착한다. 교환기는 교환표를 검사하는데 거기에는 행마다 6개의 정보 즉 도착대면부번호, 입구 VPI, 입구 VCI, 대응하는 출구대면부번호, 새로운 VPI, 새로운 VCI가 기억되여 있다. 교환기는 대면부 1, VPI153, VCI67인 기입점을 찾고 그 조합이 출구대면부 3, VPI140, VCI92에 대응한다는것을 발견한다. 그것은 머리부의 VPI와 VCI를 각각 140, 92로 변화시키고 대면부 3을 통하여 셀을 보낸다.

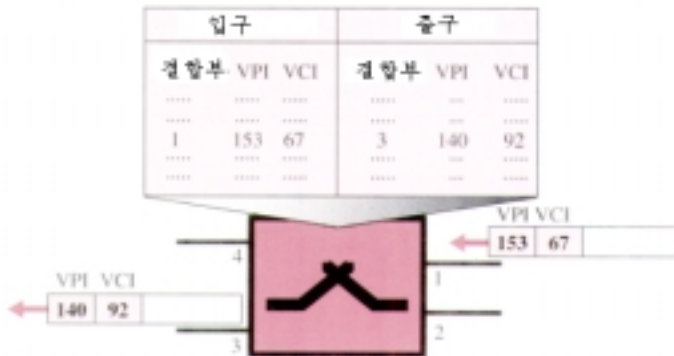



그림 19-13. VPC교환기를 리용하는 경로조종

그림 19-14는 VPC교환기에 대한 직관적개념을 준다. VPC교환기는 VP교환기와 VC교환기의 조합으로 생각할수 있다.

가상접속식별자를 두 부분으로 나누는 리유는 층형경로조종을 허용하는것이다. 전형적인 ATM망의 대부분교환기들은 VP교환기이며 그것들은 VPI만을 리용하여 경로조종한다. 망경계에 있는 교환기들은 종단장치들과 직접 호상작용하는데 VPI와 VCI를 다 리용한다.

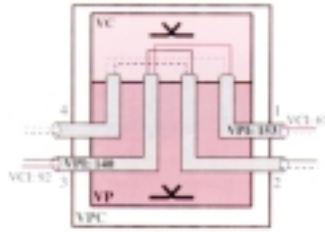



그림 19-14. VPC교환기의 직관적개념

19.4. 교환기 구조

ATM의 목적은 셀들을 망을 통하여 매우 빨리 전송하는것이다. 155Mbps에서 동작하는 ATM망에 대하여 초당 350,000개이상의 셀들이 교환기의 매개 대면부에 도달할수 있다. 교환기들이 가능한껏 빨리 셀들을 받고 경로조종해야 할 필요가 있다는것은 명백하다. 또한 ATM에서 교환기는 비록 어떤 슬로트에는 셀이 없을수 없다 해도 동기화되여야 한다. 교환기는 시계를 가지고 매 박자에서 한개 셀을 출구로 전달한다.

여기서 이 요구조건을 만족하도록 창안된 몇가지 방법을 고찰한다.

크로스바(crossba)교환기

ATM을 위한 가장 단순한 형태의 교환기는 14장에서 고찰된 크로스바교환기이며 그림 19-15에 반복한다.

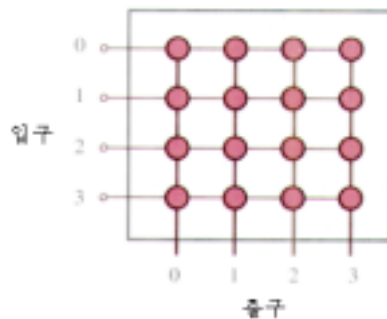



그림 19-15. 크로스바교환기

노카우트(knockout)교환기

크로스바교환기의 문제는 각이한 입구에 도달하는 두 셀이 같은 출구로 나가려고 할 때 생기는 충돌이다. 노카우트교환기는 역다중화기와 대기렬을 리용하여 셀들을 출구의 각이한 대기렬에 보내준다. 그러나 노카우트교환기는 여전히 비효과적이다. *n*개입구와 *n*

개 출구로서 n^2개의 교차점을 필요로 한다. 그림 19−16은 노카우트교환기를 보여 준다.

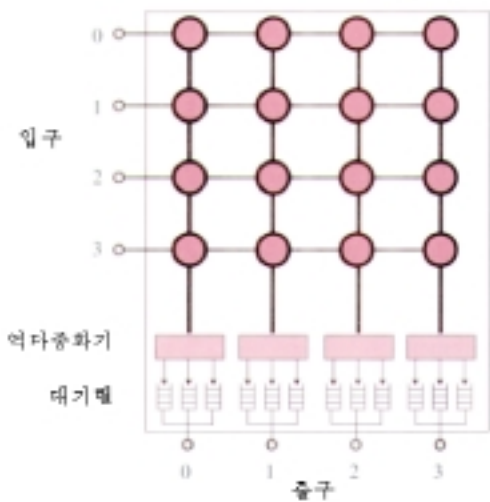



그림 19−16. 노카우트교환기

반야(banyan)교환기

보다 현실적인 방법은 반야교환기이다(반야나무로부터 이름붙었다.). 반야교환기는 매개 단에 극소스위치를 가진 다계단교환기이다. 매개 단은 2진수렬로 표시된 출구표구에 기초하여 셀들을 경로조종한다. *n*개입구와 *n*개출구에 대하여 매개 단이 *n*/2개의 극소형여닫개를 가진 $\log_2(n)$개의 단이 필요하다. 첫 단은 2진수렬의 보다 높은 비트에 기초하여 셀들을 경로조종하며 두번째 단은 두번째 높은 비트에 기초하여 셀들을 경로조종한다. 그림 19−17은 8개 입구와 8개 출구를 가진 반야교환기를 보여 준다. 단수는 $\log_2(8)=3$이다.

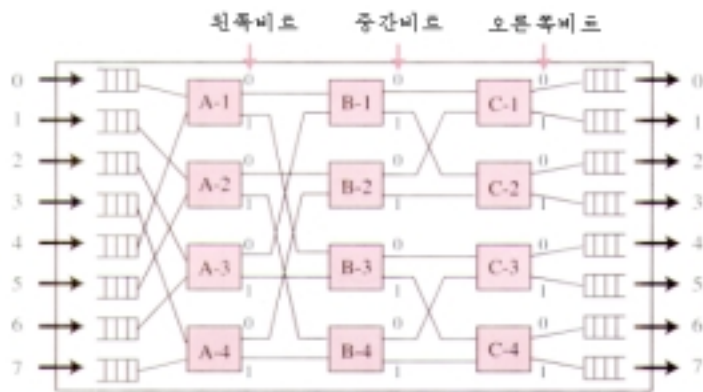



그림 19−17. 반야교환기

그림 19−18은 그 동작을 보여 준다. ㄱ부분에서 셀은 입구포구 1에 도달하며 출구포구 6으로 나가야 한다 (110). 첫 극소형스위치(A−2)는 셀을 첫 비트(1)에 기초하여 경로조종한다. 두번째 극소형스위치(B−4)는 두번째 비트(1)에 기초하여 경로조종한다. 세번째 극소형스위치(C−4)는 세번째 비트(0)에 기초하여 경로조종한다. ㄴ부분에서 셀은 입구포구 5에 도달하며 출구포구 2로 나가야 한다 (010). 첫 극소형스위치 (A−2)는 첫번째 비트(0)에 기초하여 셀을 경로조종하며 두번째 극소형스위치(B−2) 는 두번째 비트(1)에 기초하여 셀을 경로조종하며 세번째 극소형스위치(C−2)는 세번째 비트(0)에 기초하여 셀을 경로조종한다.

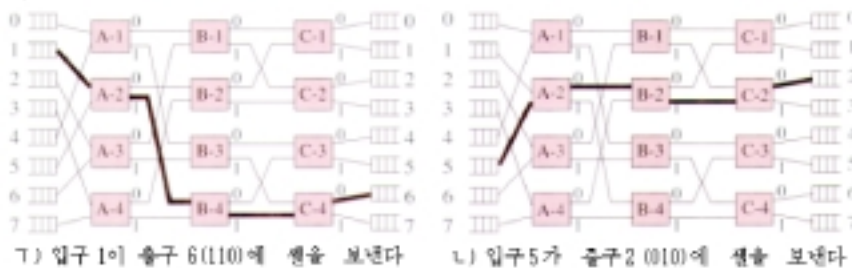



그림 19−18. 반얀교환기에서 경로조종실례

배쳐−반얀(batcher−banyan)교환기

반얀교환기의 문제는 두 셀이 같은 출구포구를 향하지 않을 때조차 내부충돌이 있을수 있다는것이다. 이 문제는 도착셀들을 목적포구에 기초하여 분류함으로써 해결될수 있다.

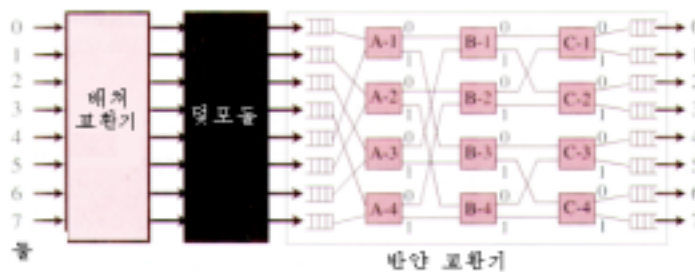



그림 19−19. 배쳐−반얀교환기

규격적으로 덫이라고 하는 또 다른 하드웨어가 배쳐교환기와 반얀교환기사이에 첨가된다(그림 19−19). 덫모듈은 반얀교환기에 중복셀이 동시에 지나가지 않도록 한다. 매개 목적지에 대하여 한개만한 셀이 매 박자에서 허용된다. 여러개가 있다면 그것들은 다음 박자까지 기다려야 한다.

K. E. Batcher는 반얀교환기가 나오기전에 입구셀들을 그것의 최종목적지에 따라 분류하는 교환기를 설계했다. 그 조합을 배쳐-반얀교환기라고 한다. 분류교환기는 기술매몰하드웨어를 리용한다. 그러나 여기서 이에 대하여 상세히 론하지 않는다.

19.5. ATM층

ATM규격은 세개 층을 정의한다. 그것은 우에서부터 아래로 내려 가면서 응용적응층, ATM층, 물리층으로 되여 있다(그림 19-20).

그림 19-20. ATM층들

종단은 세개 층을 다 리용하며 교환기는 아래 두개 층만 리용한다(그림 19-21).

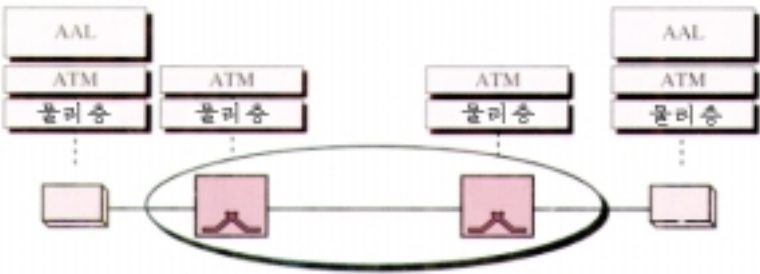



그림 19-21. 종단장치와 교환기에서의 ATM층돌

응용적응층(AAL)

응용적응층(AAL)은 현재의 망(파케트망 등)이 ATM설비에 접속할수 있게 한다. AAL규약은 웃층봉사로부터의 전송(실례로 파케트자료)을 받아서 그것을 고정크기의 ATM셀로 넘긴다. 이 전송은 임의의 형식일수 있으며 (음성, 자료, 소리, 영상) 가변 또는 고정속도일수 있다. 수신기에서 이 과정은 거꾸로 진행된다. 즉 토막들이 본래 형태로 조립되여 수신봉사로 넘어 간다.

자료형식

모든 자료형태에 대한 규약대신에 ATM규격은 AAL층을 몇개 부류로 나눈다. 매개는 각이한 형식의 응용의 요구를 지원한다. 이 종류들을 정의할 때 ATM설계자들은 네가지 형태 즉 고정비트속도자료, 가변비트속도자료, 접속지향파케트자료, 무접속파케트자료로 구분하였다.

- 고정비트속도(CBR)자료는 상수속도로 비트를 발생하고 소비하는 응용을 말한다. 이런 형태의 응용에서는 전송지연이 최소이여야 하며 전송이 실시간적이여야 한다. 고정비트속도응용의 실례는 실시간음성(전화), 실시간영상(TV) 등이다.
- 가변비트속도(VBR)자료는 가변속도로 비트를 발생시키고 소비하는 응용을 말한다. 이런 형태의 응용에서 비트속도는 전송구간에 따라 변하며 그러나 그것은 설정된 파라메터내에서이다. 가변비트속도응용의 실례는 압축된 음성, 자료 및 영상이다.
- 접속지향파케트자료는 가상회선을 리용하는 보통의 파케트응용(X.25와 TCP/IP의 IP규약 등)을 가리킨다.
- 무접속파케트자료는 데타그람경로조종방법(TCP/IP의 IP규약등)을 리용하는 응용을 가리킨다.

ITU-T는 우에서의 자료형태와 엇갈리지만 다중점 또는 호상망전송보다는 점대점에 적용되는 추가적인 종류의 필요를 인정하였다. 이런 형태의 전송요구를 만족시키도록 설계된 보조층이 바로 단순하고 효과적인 적응층이다(SEAL). 이런 자료형태들을 지원하도록 설계된 AAL종류들은 AAL1, AAL2, AAL3, AAL4, AAL5라고 부른다. 그러나 보다 최근에 AAL3과 AAL4사이에는 겹친것이 너무 많아서 따로 갈라 보기 어렵다는것이 판정되였다. 그러므로 그것들은 하나의 부류 AAL3/4로 조합하였다. AAL2도 ATM설계의 한 부분이기는 하지만 삭제되고 다른 종류와 그 기능이 조합될수 있다.

수렴성과 토막화

AAL을 부류별로 나누는것외에도 ITU-T는 기능별로 분할하였다. 결과적으로 매개 AAL 부류는 실지로 두개 층 즉 수렴보조층(CS)과 토막 및 조립(SAR)보조층으로 된다(그림 19-22). 이 두 보조층의 의무는 각이하며 매 AAL종류를 설명할 때 서술한다.

AAL1

AAL1은 영상과 음성과 같은 상수속도 정보전송응용을 지원하며 ATM이 DS-3 또는 E-1와 같은 현재의 수자전화망에 접속되게 한다.

수렴보조층 수렴보조층은 비트렬을 4byte토막으로 나누고 그것들을 SAR보조층으로 내려 보낸다.

토막 및 조립 그림 19-23은 SAR층에서 AAL1자료단위의 형식을 보여 준다. 보는바와 같이 이 층은 CS로부터 47byte의 유효전송량을 받아서 한 바이트의 머리부를 첨가시킨다. 그 결과는 48byte자료단위로서 ATM층으로 넘어 간다. 여기서 그것은 셀안에 교갑화된다.

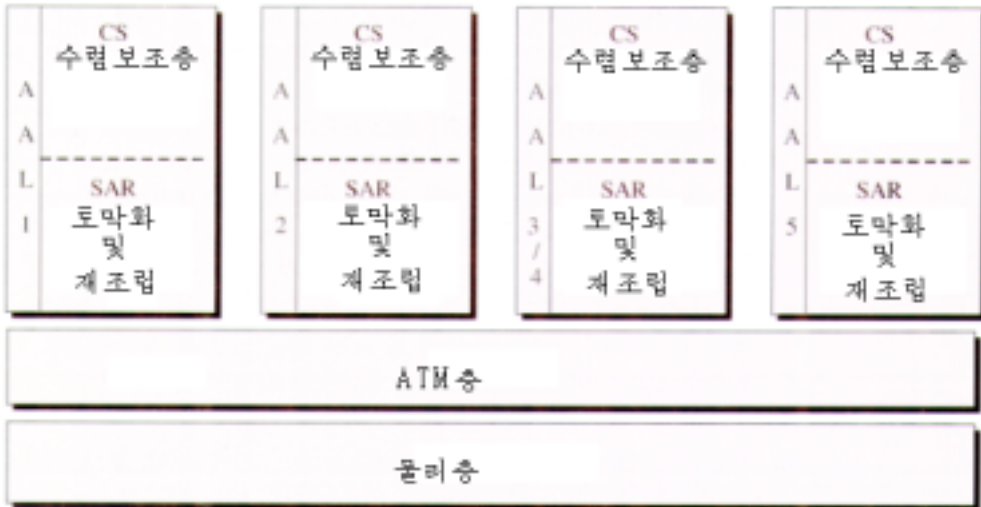



그림 19-22. AAL형식들

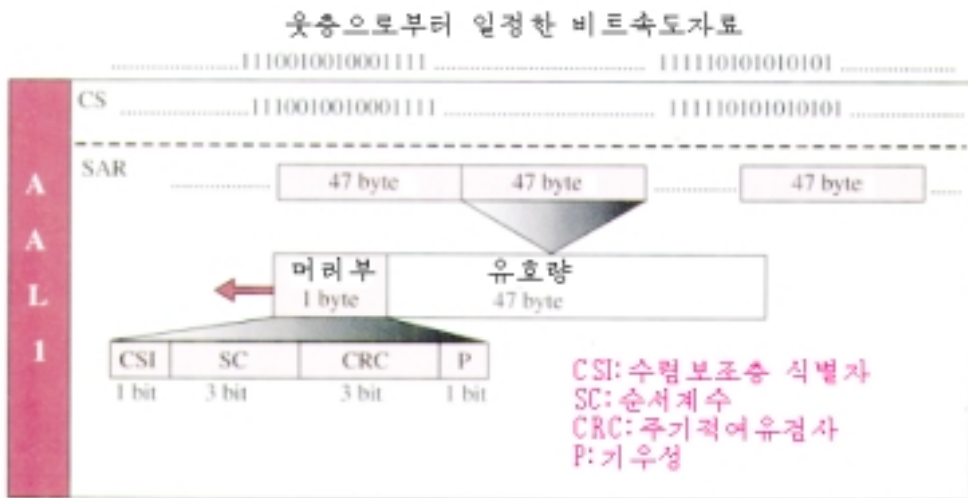



그림 19-23. AAL1

이 층에서 머리부는 4개 마당으로 구성된다.

- **수렴보조층식별자(CSI)** 한 비트의 CSI마당은 아직 명백히 정의되지 않은 신호화 목적으로 리용될것이다.
- **순서계수(SC)** 이 세 비트 SC마당은 종단대종단오유 및 흐름조종을 위하여 셀을 순서로 정하고 식별하는데 리용될 8모듈나누기순서번호이다.
- **순환여유검사(CRC)** 3bit CRC마당은 4bit나누기식 x^2+x+1을 리용하여 4bit에 대하여 계산된다. 3bit는 너무 많은 여유분인듯도 하다. 그러나 그것들은 단일 또는 다중비트오유를 검출하는것만이 아니다. 단일비트오유를 교정하기 위한 목적이 있

다. 비실시간응용에서 셀의 오유는 비론리적이다(셀은 다시 송신될수 있다.). 그러나 실시간응용에서는 재전송이 없다. 재전송이 없이 수신된 자료의 질은 저하된다. 한개 셀을 놓치면 전화호출에서는 찰칵음이 들리고 영상표시에서는 검은 점이 생길것이다. 많이 놓치면 인식성을 파괴할수 있다. 단일 비트머리부오유의 자동교정은 놓치는 셀수를 감소시키며 따라서 봉사질을 높인다.

- **기우성(P)** 한 비트 P마당은 머리부의 첫 7개 비트에 대하여 계산되는 규격기우성비트이다. 기우성비트는 기수개의 오유를 검출하지만 우수개의 오유는 검출하지 못한다. 이 특징은 첫 4개 비트의 오유교정에 리용될수 있다. 만일 한개의 단일비트에 오유가 생겼다면 CRC와 P가 다 그것을 검출할것이다. 이 경우에 CRC는 그 비트를 교정하고 그 셀은 접수된다. 그러나 두 비트의 오유가 생기면 CRC는 그것을 검출하며 P는 검출하지 못한다. 이 경우에 CRC교정은 타당치 못하며 셀은 버려 진다.

AAL2

AAL2는 가변비트속도응용에 목적을 둔다. 실례로 영상화면에 사회자의 얼굴이 나올때 변화량은 최소로 된다. 이것을 변화량이 많은 롱구경기장면소식과 비교하자. 첫 경우에 자료는 저속으로 보낼수 있고 두번째 경우는 자료가 고속으로 전송될수 있다. AAL2이 어떻게 그렇게 할것인가는 아직 명백히 정의되지 않았다.

수렴보조층 수신된 비트렬을 기록하고 부가비트를 첨가하는 형식은 여기서 정의되지 않는다. 각이한 응용이 각이한 형식을 리용할수 있다.

토막 및 조립 그림 19-24는 SAR층에서 AA2자료단위의 형식을 보여 준다. 이 층에서의 기능은 CS에서 45byte의 유효전송량을 받고 한 바이트의 머리부와 두 바이트의 꼬리부를 첨가하는것이다. 결과는 48byre이며 ATM층으로 넘어 간다. 여기서 셀에 교갑화된다.

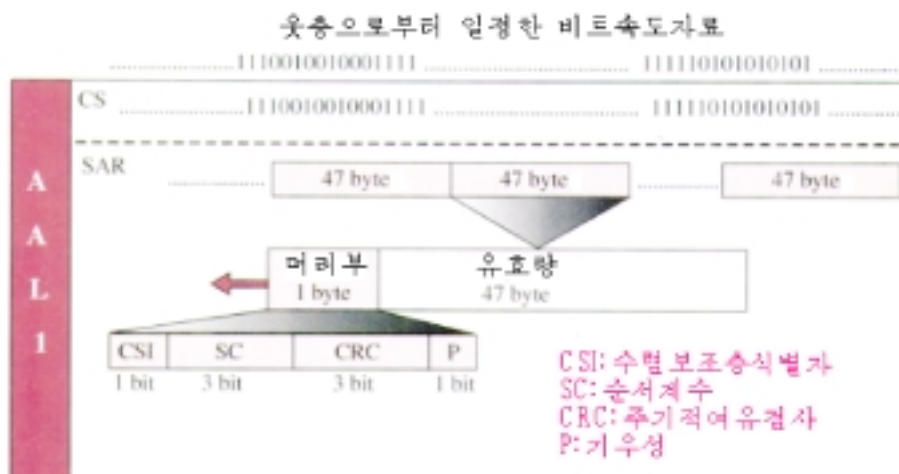



그림 19-24. AAL2

이 층에서 부가비트는 머리부에서 세개 마당, 꼬리부에서 2개 마당으로 이루어 진다.

- **수렴보조층식별자(CSI)** 한 비트 CSI마당은 아직 명백히 정의되지 않은 신호화목적을 위하여 리용될것이다.
- **순서계수(SC)** 세 비트의 SC마당은 종단대종단 오유 및 흐름조종을 위하여 셀들을 순서정하고 식별하는데 리용되는 모듈나누기 8 순서번호이다.
- **정보형태(IT)** IT비트는 자료토막을 통보의 시작, 중간, 끝으로 식별한다.
- **길이식별자(LI)** 꼬리부의 첫 6개 비트는 통보의 마지막토막으로 리용되여(머리부에서 IT가 통보의 끝을 지적할 때) 최종 셀중 얼마가 자료이며 얼마가 조작분인가를 지적한다. 만일 본래 비트렬이 45로 나누어 질수 없다면 허위비트가 마지막토막에 첨가되여 그 차이를 보충한다. 이 마당은 그 토막의 어디에서 그 비트들이 시작되는가를 가리킨다.
- **CRC** 꼬리부의 마지막 10bit는 전체 자료단위에 대한 CRC이다. 이것은 또한 자료단위의 단일비트오유를 교정하는데 리용될수 있다.

AAL3/4

초기에 AAL3은 접속지향자료봉사를 지원하며 AAL4는 무접속봉사를 지원하도록 시도되였다. 그러나 사용하는 과정에 두 규약의 기본문제점이 같다는것이 명백해 졌다. 그리하여 그것들은 AAL3/4라는 하나의 형식으로 조합되였다.

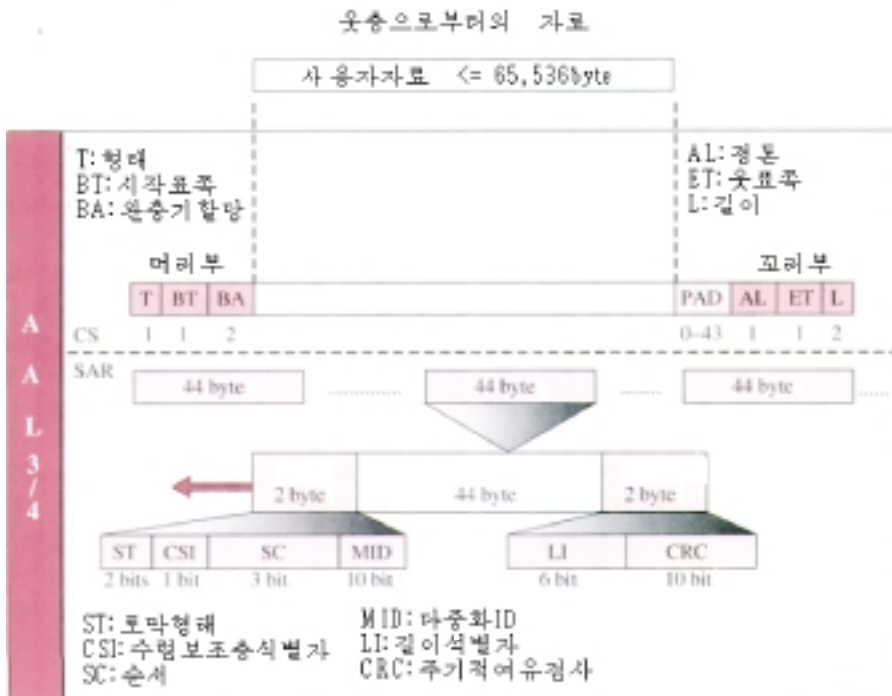



그림 19-25. AAL3/4

수렴보조층 수렴보조층은 웃층봉사(SMDS나 프레임중계 등)에서 65,535($2^{16}-1$)byte를 넘지 않는 자료파케트를 받아서 머리부와 꼬리부를 첨가한다(그림 19−25). 머리부와 꼬리부는 통보의 시작과 끝을 나타낸다(재조립의 목적으로). 물론 프레임중 얼마가 자료이며 조작여유분은 얼마인가도 가리킨다. 파케트는 길이가 변하기때문에 추가분은 토막들이 같은 크기이며 최종조종마당이 수신기가 기대하는 곳에 놓인다는것을 담보하도록 리용될수 있다. 머리부와 꼬리부, 추가분이 설치되면 CS는 그 통보를 44byte의 토막으로 SAR층에 보낸다.

CS의 머리부와 꼬리부는 매개 토막이 아니라 본래 파케트의 시작과 끝에 첨가된다는것을 주목해야 한다. 중간토막들은 부가비트를 첨가하지 않고 SAR층으로 넘어 간다. 이런 방법으로 ATM은 본래의 파케트의 완결성을 유지하고 부가비트와 자료바이트의 비를 낮춘다. AAL3/4 CS머리부와 꼬리부마당은 다음과 같다.

- **형식(T)** 한 비트의 T마당은 AAL3으로부터의 잔류물이며 이 형식에서 0으로 설정된다.
- **시작표식(BT)** 한 바이트 BT마당은 시작기발로 봉사한다. 그것은 토막된 파케트의 첫 셀을 식별하며 수신박자에 대한 동기화를 보장한다.
- **완충기할당(BA)** 두 바이트의 BA마당은 수신기에 들어 오는 자료에 대하여 얼마만한 크기의 완충기가 필요한가를 말해 준다.
- **Pad(PAD)추가** 우에서 언급한 바와 같이 추가분은 토막된 파케트에서 최종셀을 채울 필요가 있을 때 첨가된다. 한 파케트에 대한 전체 추가분은 0～43byte범위이며 마지막 또는 마지막 두개 토막에 첨가된다. 세가지 추가상태가 가능하다.
  ㄱ) 최종토막에서 자료바이트수가 40일 때 추가분은 요구되지 않는다(4byte의 꼬리부가 40byte토막에 붙어서 44byte를 형성).
  ㄴ) 최종토막에서 자료바이트수가 40보다 작을 때 추가바이트를 더하여 총 40byte로 만든다.
  ㄷ) 최종토막에 대한 자료바이트수가 41과 44사이에 있을 때 추가바이트(43～40)를 더하여 84로 만든다. 첫 44byte는 한개의 완성된 토막이며 다음 40byte와 꼬리부는 마지막토막을 만든다.
- **정돈(AL)** 한 바이트의 AL마당은 꼬리부의 나머지가 4byte길이를 가지도록 포함된다.
- **끝표식(ET)** 한 바이트의 ET마당은 동기화를 위한 끝기발로 봉사한다.
- **길이(L)** 두 바이트 L마당은 자료단위의 길이를 나타낸다.

토막 및 재조립 그림 19−25는 AAl3/4자료단위의 형식을 보여 준다. 이 층에서 기능들은 CS로부터 44byte의 유효전송량을 받아서 머리부 2byte, 꼬리부 2byte를 더한다. 그 결과는 48byte자료단위이며 셀에 포함되기 위하여 ATM층으로 넘어 간다.

이 보조층에서 머리부와 꼬리부는 6개 마당으로 이루어 진다.

- **토막형식(ST)** 두 비트의 ST마당은 토막이 통보의 시작인가, 중간인가, 끝인가, 또는 단일토막인가를 말해 준다.
- **수렴보조층식별자(CSI)** 한 비트의 CSI마당은 아직 명백히 정의되지 않은 신호화 목적으로 리용될것이다.

- **순서계수(SC)** 3bit의 SC마당은 모듈나누기 8순서번호이며 종단대종단 오유 및 흐름조종을 위하여 셀들을 순서정돈하고 식별하는데 리용된다.
- **다중화식별(MID)** 10bit의 MID마당은 셀들이 각이한 자료흐름으로부터 오며 같은 가상접속으로 다중화된다는것을 지시한다.
- **길이 지적자(LI)** 꼬리부의 첫 6개 비트는 ST와 련관되여 리용되는데 마지막토막중 얼마가 자료이고 얼마가 추가분인가를 지적한다. LI마당은 ST가 통보의 마지막인것으로 식별한 프레임(마지막파케트)에서만 리용된다.
- **CRC** 꼬리부의 마지막 10bit는 전체 자료에 대한 CRC이다.

AAL5

AAl3/4는 종합적인 순서화와 모든 응용에 필요하지 않은 오유조종구조를 보장한다. 전송이 여러 마디를 통하여 경로조종되지 않을 때 또는 다른 전송들과 다중화되지 않을 때 순서화와 구체적인 오유교정구조는 불필요한것으로 된다. 점대점련결을 리용하는 ATM중추와 LAN들은 그런것들이 없이 보다 효과적으로 되는 응용실례들이다. 이런 응용들에 대하여 ATM설계자들은 단순하고 효과적인 응용층(SEAL)이라는 다섯번째 층을 보장하였다. AAL5는 한개 통보에 속하는 모든 셀들이 순차적으로 전송된다는것, CS와 SAR머리부가 보장하는 나머지 기능들이 이미 송신응용의 웃층들에서 포함됐다는것을 가정한다. 그러므로 AAL5는 CS또는 SAR에서의 주소화, 순서화, 기타 머리부정보를 주지 않는다. 대신에 추가분과 4개 마당의 꼬리부만이 CS에 첨가된다.

수렴층 수렴보조층은 웃층봉사로부터 65,535byte이하의 자료파케트를 받아서 8byte의 꼬리부를 첨가한다. 물론 꼬리부의 위치가 수신장치가 기대하는 곳(마지막자료단위의 마지막 8byte)에 확실하게 놓이도록 하는데 필요한 추가분도 첨가한다(그림 19-26). 추가분과 꼬리부가 설치되면 CS는 그 통보를 48byte토막으로 SAR층에 보낸다.

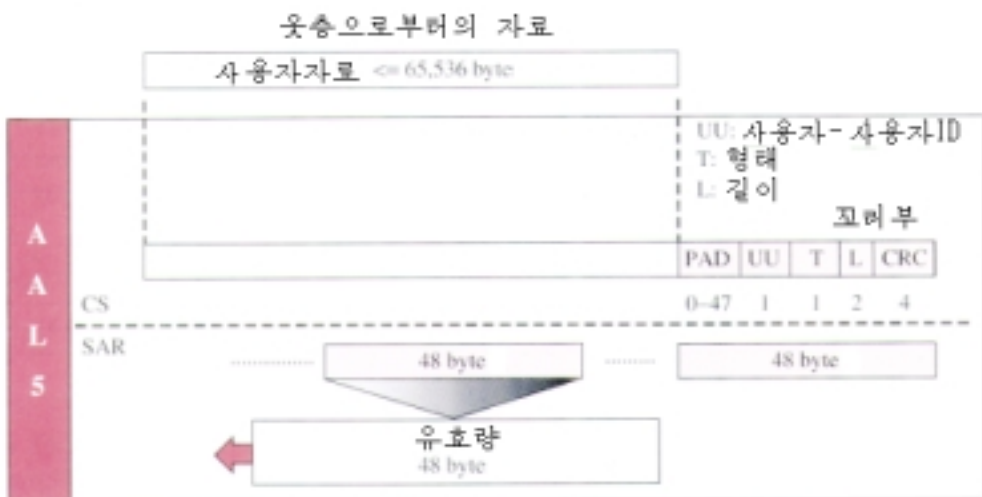



그림 19-26. AAL5

AAL3/4와 같이 추가분과 꼬리부는 매개 토막이 아니라 전체 통보의 끝에 첨가된다. 그러므로 토막들은 48byte자료를 구성하며 마지막토막인 경우 40byte의 자료와 8byte의 부가비트(꼬리부)로 된다. 통보의 끝에 첨가되는 마당들은 다음과 같다.

- **추가(PAD)** 파케트에 대한 전체 추가분은 0～47byte이다. 추가되는 규칙은 AAL3/4에서와 같으며 차이나는것은 토막전체가 44가 아니라 48byte인것이다.
- **사용자-사용자ID(UU)** 한 바이트의 UU마당에 대한 리용은 사용자에게 남겨 둔다.
- **형식(T)** 한 바이트 T마당은 예약되여 있으나 아직 정의되지 않는다.

길이(L) 두 바이트 L마당은 통보중 얼마가 자료이며 얼마가 추가분인가를 지시한다.

- **CRC** 마지막4byte로서 전체 자료단위에 대한 오유검사이다.
- **토막 및 재조립** SAR준위에서 머리부와 꼬리부는 정의되지 않는다. 대신에 그것은 통보를 48byte토막으로 직접 ATM층에 넘긴다.

ATM층

ATM층은 경로조종, 통신량 관리, 교환, 다중화봉사를 보장한다. 그것은 AAL보조층에서 48byte토막을 받아서 5개 바이트의 머리부를 더하여 53byte의 셀로 변환함으로써 통신량을 처리한다(그림 19-27).

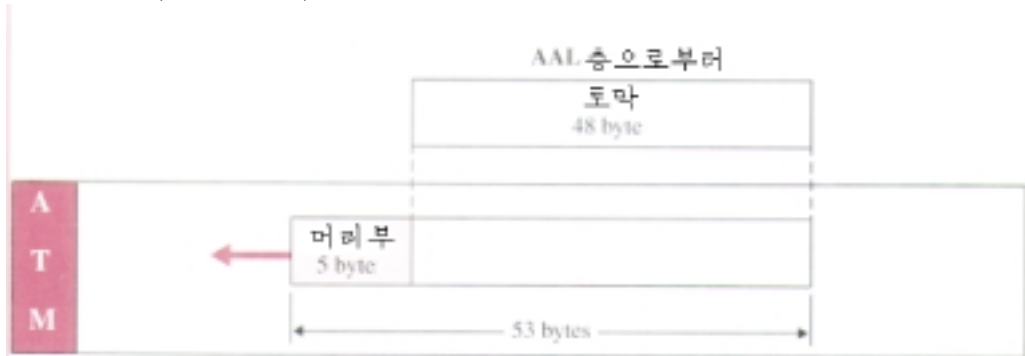



그림 19-27. ATM층

머리부형식

ATM은 두개 형식의 머리부를 리용한다. 하나는 사용자-망대면부(UNI) 셀에 대한것이며 다른 하나는 망-망대면부(NNI)셀들에 대한것이다. 그림 19-28은 ITU-T에서 권고한 바이트순차형식의 머리부들을 보여 준다(매개 행은 바이트를 표시).

- **일반흐름조종(GFC)** 4bit의 GFC마당은 UNI준위에서의 흐름조종을 보장한다. ITU-T는 이 준위의 흐름조종을 NNI층에서 필요없다고 결정하였다. 그러므로 NNI다리부에서 이 비트들이 VPI에 참가된다. 보다 긴 VPI는 NNI준위에서 정의되여야 할 보다 많은 가상행로를 허용한다. 이 추가적인 VPI에 대한 형식은 아직 정의되지 않았다.

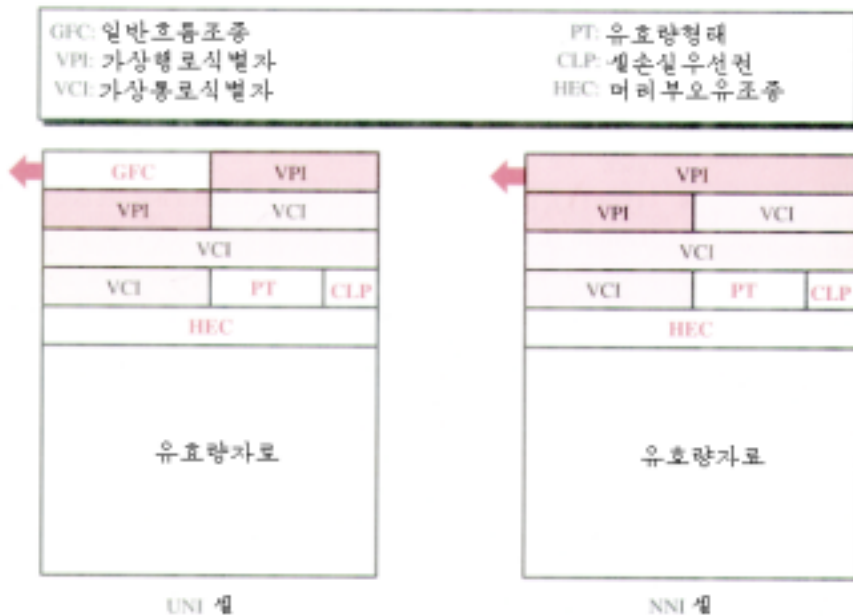



그림 19-28. ATM다리부들

- **가상행로식별자 (VPI)** VPI는 UNI셀에서 8bit마당이며 NNI셀에서는 12bit마당이다.
- **가상통로식별자 (VPI)** VCI는 두 프레임에 대하여 다 16bit마당이다.
- **유효전송량형식(PT)** 세 비트의 PT마당에서 첫 비트는 유효전송량을 사용자자료 또는 취급정보로 정의한다. 마지막 두 비트의 해석은 첫 비트에 의존한다(그림 19-29).

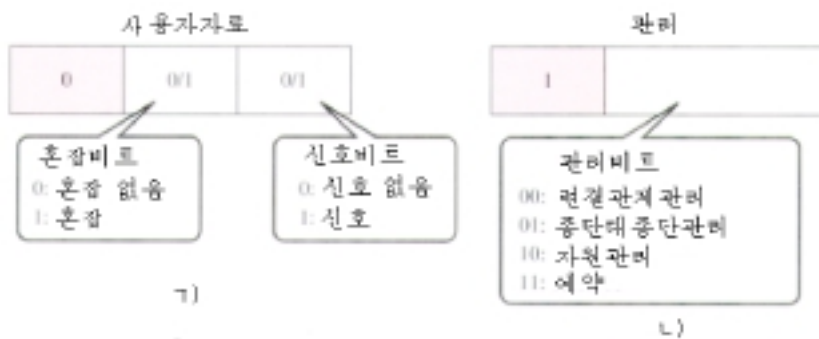



그림 19-29. PT마당들

- **셀루실우선권(CLP)** 한 비트의 CLP마당은 혼잡조종을 위하여 보장된다. 련결고리들이 혼잡될 때 낮은 우선권셀들은 보다 높은 우선권셀에 대한 봉사질을 보호하기 위하여 버려 진다. 이 비트는 교환기에 어느 셀이 버려 지고 어느것이 유지되여야 하는가를 지시한다. CLP비트가 1인 셀은 CLP가 0인 셀들이 있는 한 유지되여야 한다. 우선권을 구별할수 있는 능력은 많은 환경에서 유익하다. 실례로 사용자

가 초당 X비트의 속도를 배당 받았으나 그러한 고속자료를 창조할수 없다고 하자. 그것은 자료철에 허위셀들을 삽입하여 비트속도를 인위적으로 올릴수 있다. 이 허위셀들은 0우선권을 가지고 실지 자료로서의 자격이 없이 버려도 좋다는것을 나타낸다. 두번째 경우는 사용자가 어떤 자료속도를 배당 받았으나 보다 고속으로 송신하려고 할 때이다. 이 경우에 망은 어떤 셀들에 이 마당을 0으로 설정해서 그 련결고리가 과부하로 되면 그것들을 버려야 한다는것을 지적할수 있다.

- **머리부오유교정(HEC)** HEC는 머리부의 첫 4개 바이트에 대하여 계산된 코드이다. 그것은 단일비트오유를 교정하고 큰 규모의 여러 비트오유를 검출하는데 리용되는 x^8+x^2+x+1 나누기식을 리용한 CRC이다.

물리층

물리층은 전송매체, 비트전송, 부호화, 전기-광학변환을 정의한다. 그것은 SONET(20장에서 서술된다), T-3 그리고 셀흐름을 비트흐름으로 변환하는 구조 등과 같은 물리전송층규약들과의 집중성을 보장한다.

ATM연단은 이 준위에 대한 많은 특성를 실현자들에게 남겨 놓았다. 실례로 전송매체는 꼬임선, 동축케블, 빛섬유케블일수 있다(비록 B-ISDN을 지원하는데 필요한 속도가 꼬임쌍선케블로 달성되지 않기는 하지만).

19.6. 봉사부류

ATM연단은 4개의 봉사부류를 정의한다. 즉 CBR, VBR, ABR, UBR, VBR는 두개의 보조부류 VBR-RT와 VBR-NRT로 분할한다(그림 19-30).

그림 19-30. 봉사부류

- **CBR** 고정비트속도(CBR)부류는 실시된 음성 및 영상봉사를 요구하는 사용자들을 위하여 설계된다. 이 봉사는 T형회선과 같은 전용회선이 보장하는것과 비슷하다.
- **VBR** 가변비트속도(VBR)부류는 두개의 보조부류로 나누인다. 즉 실시간(VBR-RT)

과 비실시간(VBR-NRT). VBR-RT는 실시간봉사(음성 및 영상정보와 같은)를 요구하며 가변비트속도를 창조하는 압축기술을 리용하는 사용자를 위하여 설계된다. VBR-NRT는 실시간봉사를 요구하지는 않으나 압축기술을 리용하여 가변비트속도를 창조하는 사용자를 위하여 설계된다.

- **ABR** 가능한 비트속도 (ABR)부류는 셀들을 최소의 속도로 전달한다. 보다 많은 망용량이 리용가능하다면 이 최소속도는 초과될수 있다. ABR는 특히 본질적으로 버스트적인 응용들에 적당하다.
- **UBR** 규정되지 않은 비트속도(UBR)부류는 전혀 담보가 없는 최대 노력의 전달봉사이다.

그림 19-31은 망의 전체 용량에 대한 각 부류들의 관계를 보여 준다.

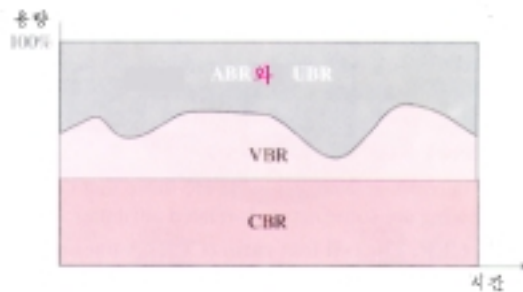



그림 19-31. 망의 전체 용량에 대한 봉사부류들의 관계

봉사질 (QoS)

봉사질(QoS)은 접속성능에 관계되는 속성모임을 정의한다. 매 접속에 대하여 사용자는 특정의 속성을 요구할수 있다. 매개 봉사부류는 속성모임과 관련된다. 이 속성들을 사용자에게 관련되는것과 망에 관련되는것으로 분류할수 있다. 그림 19-32는 두 부류와 매 부류에서 몇가지 중요한 속성들을 보여 준다.

그림 19-32. QoS

사용자관계속성

사용자관계속성은 사용자가 얼마나 빨리 자료를 보내려 하는가를 정의하는 속성이다. 이것들은 사용자와 망사이의 접속시에 교섭된다. 다음과 같은것들이 사용자관계속성이다.

- **SCR** 지속적인 셀속도(SCR)는 긴 시간동안에 평균 셀속도이다. 실지 셀속도는 이보다 낮을수도 있고 높을수도 있다. 그러나 평균적으로는 SCR와 작거나 같아야 한다.
- **PCR** 최대 셀속도(PCR)는 송신자의 최대 셀속도를 정의한다. 사용자의 셀속도는 SCR가 유지되는 한 때때로 이 첨두에 도달할수 있다.
- **MCR** 최소 셀속도(MCR)는 송신기가 받아 들일수 있는 최소 셀속도를 규정한다. 실례로 MCR가 5만이라면 망은 송신기가 최소한 초당 5만개 셀을 보낼수 있다는 것을 담보해야 한다.
- **CVDT** 셀지연변동허용(CVDT)은 셀전송시간에서의 변동의 측정이다. 실례로 CVDT가 5ns이라면 이것은 셀들을 전달하는데서 최대와 최소지연사이의 차가 5ns를 넘지 말아야 한다는것을 의미한다.

망관계속성

망관계속성들은 망의 특성을 정의하는 속성이다. 다음의것들이 망관계속성이다.

- **CLR** 셀손실률(CLR)은 전송기간동안의 손실된 셀(또는 너무 늦게 전달되여서 손실된것으로 보는 셀)몫을 정의한다. 실례로 송신기가 100개의 셀을 보낼 때 한개가 손실된다면 CLR는

  $$CLR=1/100=10^{-2}$$

  이다.
- **CTD** 셀전송지연(CTD)은 셀이 원천으로부터 목적지까지 전송되는데 필요한 평균시간이다. 최대 CTD와 최소 CTD가 속성으로 고찰된다.
- **CDV** 셀지연변동(CDV)은 CTD최대와 최소사이의 차이다.
- **CER** 셀오유률(CER)은 전송된 셀중에 오유가 있는 셀들의 몫이다.

통신량서술자

봉사부류와 QoS속성들이 실현되는 구조를 통신량서술자라고 한다. 통신량서술자는 체계가 통신량을 어떻게 집행하고 관리하는가를 정의한다. 통신량서술자를 실현하는 알고리듬을 일반화된 셀속도알고리듬(GCRA)이라고 한다. 그것은 매 봉사부류에 대하여 루실바께쯔알고리듬의 변종을 리용한다. 이 알고리듬에 대한 고찰은 여기서 하지 않는다.

1 9.7. ATM 응용

ATM은 LAN과 WAN에 다 리용된다. 여기서 두 응용에 대한 고찰을 진행한다.

ATM WAN

ATM은 기초적으로 셀을 먼거리를 통하여 전달하는 WAN기술이다. 이런 형식의 응용에서 ATM은 주로 LAN 또는 WAN들을 망에 접속하는데 리용된다. ATM망과 다른 망들사이의 경로조종기는 종단으로 봉사한다. 그 경보기는 두 부류의 규약을 가지고 있다. 하나는 ATM에 속하며 다른 하나는 다른 규약에 속한다. 그림 19−33은 이 경우를 보여준다.

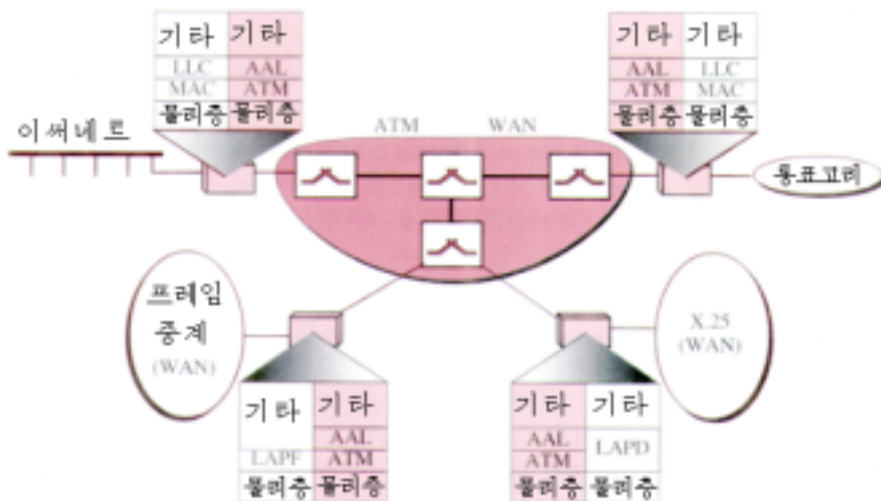



그림 19−33. ATM WAN

ATM LAN

ATM은 초기에 WAN기술로 설계되였다. 그리고 고속기술(155, 622Mbps)은 LAN에서의 보다 빠른 속도를 기대하는 설계자들의 주의를 끌었다. 외관상 LAN에서 ATM기들을 리용하는것은 아주 자연스러운듯하다. 실례로 그림 19−34의 ㄱ와 ㄴ를 비교하자. ㄱ는 교환이써네트를, ㄴ는 ATMLAN을 보여 준다. 둘 다 교환기를 리용하여 콤퓨터들사이의 셀 또는 파케트경로를 조종한다. 그러나 이 류사성은 외관상으로만 그러하다. 많은 문제점이 해결되여야 한다. 그 몇가지를 아래에 요약한다.

- **무접속과 접속지향** 이써네트와 같은 일반 LAN들은 무접속규약들이다. 국은 파케트가 준비되면 언제든지 자료파케트를 다른 국에 보낸다. 접속확립이나 접속종결상태는 없다. 한편 ATM은 접속지향규약이다. 셀을 다른 국에 송신하려는 국은 우선 접속을 확립해야 하며 셀들이 다 송신된 다음에는 접속을 종결 지어야 한다.

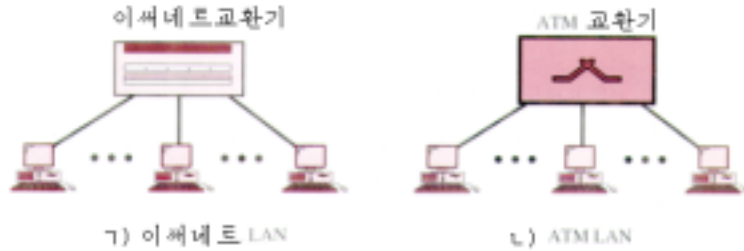



그림 19−34. 이써네트교환기와 ATM교환기

- **물리적국소와 가상접속식별자** 첫번째문제와 밀접히 련관되는것으로서 그 차이는 주소화이다. 이써네트와 같은 무접속규약은 원천과 목적지주소를 통하여 파케트의 경로를 정의한다. 그러나 ATM과 같은 접속지향규약은 가상접속식별자(VPI와 VCI)를 통하여 셀경로를 규정한다.
- **다중수신자송신과 방송** 이써네트와 같은 일반 LAN들은 파케트를 다중수신자송신도 하고 방송도 한다. 국은 파케트를 어떤 두 그루빠에 또는 전체 국에 보낼수 있다. ATM망에서는 비록 점대다중점접속이 가능하기는 해도 다중수신자통신이나 방송이 쉽지 않다.

LANE

국부망모방(LANE)이라는 방법은 ATM교환기가 LAN교환기처럼 동작할수 있게 한다. 그것은 무접속봉사를 보장하며 국들이 접속식별자(VPI/VCT)대신 자기들의 전통적인 주소를 리용하게 하며 방송을 허용한다. 그것은 의뢰기/봉사기 방법에 기초한다. 모든 국들은 LANE의뢰기(LEC)쏘프트웨어를 리용하며 두개의 봉사기는 LES와 BUS라는 두개의 LANE봉사기쏘프트웨어를 리용한다. 그림 19−35에 그것을 보여 주었다.

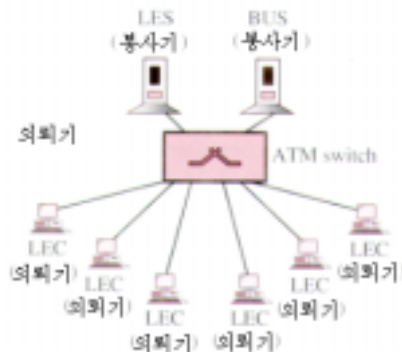



그림 19−35. LANE방법

LEC쏘프트웨어는 ATM규약의 제일 웃부분의 매개 국에 설치된다. 웃층규약들은 ATM기들의 존재를 알지 못한다. 이 규약들은 MAC 단일수신자송신, 다중수신자송신, 방송

주소들을 리용하며 무접속전송과 같은 LAN봉사를 위하여 LEC에 자기 요구를 보낸다. 그러나 LEC는 이 요구를 해석하고 그 과제를 수행하기 위하여 LES 또는 BUS봉사를 리용한다.

LANE봉사기(LES)쏘프트웨어는 LES봉사기에 설치된다. 국이 물리주소를 리용하여 다른 국에 프레임을 보낼것이 있다면 LEC는 LEC봉사기에 특정의 프레임을 보낸다. 봉사기는 원천과 목적지국사이의 가상회선을 창조한다. 원천국은 이 가상회선(그리고 대응하는 식별자)을 리용하여 목적지에 프레임들을 보낼수 있다. 다중수신자 송신과 방송은 방송/무명봉사기(BUS)라는 또 다른 봉사기를 필요로 한다. 만일 국이 국그룹에 또는 전체국에 프레임을 보내려 한다면 프레임은 우선 BUS봉사기로 간다. 이 봉사기는 매국에 대한 영구가상접속을 가지고 있다. 봉사기는 수신된 프레임을 복사하여 국그룹 또는 전체국들에 보낸다. 이것은 다중수신자송신이나 방송과정을 모방한것으로 된다. 봉사기는 또한 프레임을 매개 국에 보냄으로써 단일수신자송신프레임을 또는 프레임을 매개 국에 보냄으로써 단일수신자송신프레임을 전달할수도 있다. 이 경우에 목적지주소는 알려 지지 않는다. 이것은 때때로 LES봉사기로부터 접속식별자를 얻기보다 더 효과적이다. 그림 19-36은 매개 국 LES봉사기, BUS봉사기의 층들을 보여 준다.

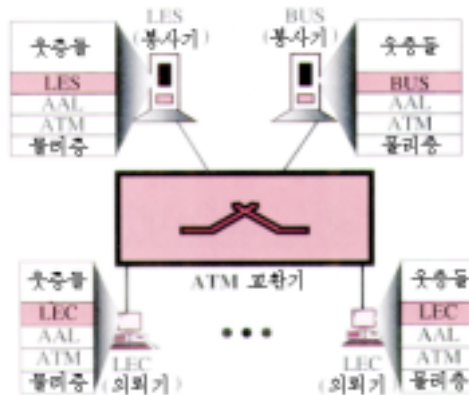



그림 19-36. LEC, LES, BUS

19.8. 실마리어

가능한 비트속도(ABR)	고정비트속도(CBR)
가변비트속도 비실시간(VBR-NRT)	국부망모방(LQNE)
가변비트속도 실시간(VBR-RT)	규정하지 않은 비트속도(UBR)
가변비트속도(VBR)	노카우트교환기
가상행로(VP)	망대망대면부(NNI)
가상행로식별자(VPI)	반얀교환기
가상회선(VC)	방송/무명봉사기(BUS)
가상회선별자(VCI)	봉사질(QoS)

비동기전송방식(ATM)
배쳐-반얀교환기
사용자-망대면부(UNI)
셀
셀지연변동(CDV)
셀망
셀손실률(CLR)
셀전송지연(CTD)
셀중계
셀지연변동허용(CVDT)
셀오유률(CER)
수렴보조층(CS)
전송행로(TP)
지속적인 셀속도(SCR)
첨두셀속도(PCR)
최소셀속도(MCR)
토막 및 재조립(SAR)
응용적응층(AAL)
AAL1
AAL2
AAL3/4
AAL5
LANE 의뢰기(LEC)
LANE봉사기(LES)

19.9. 요 약

- 비동기전송방식(ATM)은 셀중계규약이며 B-ISDN과 조합하여 전 세계 모든 망들의 고속호상접속을 허용한다.
- 셀은 작은 고정크기의 정보블로크이다.
- ATM자료파케트는 53byte로 구성된 셀이다(5byte머리부와 48byte의 유효전송량).
- ATM은 각이한 크기의 파케트로 인한 가변지연시간을 없앤다.
- ATM은 실시간전송을 취급할수 있다.
- ATM에서 교환과 다중화기능은 장치적으로 실현된다.
- ATM은 비동기식시분할다중화를 리용하며 영구가상회선에 기초한다.
- 사용자-망대면부(UNI)는 사용자와 ATM교환기사이의 대면부이다.
- 망대망대면부(NNI)는 ATM교환기들사이의 대면부이다.
- 두 종단사이에 접속은 전송행로(TP), 가상행로(VP), 가상회선(VC)을 통하여 실현된다.
- 가상행로식별자(VPI)와 가상회선별자(VCI)의 조합으로 가상접속을 식별한다.
- ATM은 영구가상회선(PVC)과 가상회선교환(SVC)을 리용할수 있다.
- ATM교환기는 VP교환기 또는 VPC교환기로 분류된다. 전자는 VPI만을 리용하여 셀들을 정보화하며 후자는 VPI, VCI를 다 리용하여 경로조종한다.
- 크로스바교환기, 노카우트교환기, 반얀교환기, 배쳐-반얀교환기는 다 ATM교환기로 봉사할수 있다.
- ATM규격은 세가지 층을 정의한다.
  ㄱ) 응용적응층(AAL): 웃층봉사로부터 전송을 받아서 그것을 ATM셀로 넘긴다.
  ㄴ) ATM층: 경로조종, 통신량관리, 교환, 다중화봉사를 보장한다.
  ㄷ) 물리층: 전송매체, 비트전송, 부호화, 전기-광학변환을 정의한다.
- AAL은 두개의 보조층으로 나누인다.

ㄱ) 수렴보조층(CS): 부가비트를 첨가하고 송신국에서 자료렬을 조작한다. 수신국에서는 반대기능을 수행한다.
ㄴ) 토막 및 재조립(SAR): 송신국에서 비트렬을 같은 크기의 파케트로 토막내고 머리부와 꼬리부를 첨가한다. 수신국에서 반대기능을 수행한다.

- 특정의 자료형태에 대응하여 4개의 AAL층이 있다.
  ㄱ) AAL1: 고정비트속도렬
  ㄴ) AAL2: 가변비트속도렬
  ㄷ) AAL3/4: 일반파케트교환(가상회선방법 또는 데타그람방법)
  ㄹ) AAL5: SAR층에서 정보를 요구하지 않는 파케트
- ATM층에서 byte다리부는 48byte토막에 참가한다.
- ATM에서 교환기들은 교환과 다중화를 다 보장한다.
- ATM봉사부류는 사용자가 요구하는 비트속도속성에 의하에 정의된다.
- 봉사질(QoS)속성들은 접속성능에 관계되며 사용자관계와 망관계로 분류될수 있다.
- 통신량서술자는 봉사부류와 QoS속성을 실현한다.
- ATM은 초기에 WAN기술이였지만 LAN에도 리용된다.
- 국부망모방(LANE)은 ATM교환기가 LAN교환기처럼 동작하게 된다.

19.10. 련습

복습문제

1. 정보고속도로의 집선기구조는 어떤 여섯가지 요구조건을 가져야 하는가?
2. 자료가 다 같은 크기이면 왜 다중화가 효과적인가?
3. 지연길이, 자료단위크기, 실시간 음성 및 영상전송사이의 관계를 고찰하시오.
4. NNI가 UNI와 어떻게 다른가?
5. TP, VP, VC사이의 관계는 무엇인가?
6. ATM가상접속은 어떻게 식별하는가?
7. ATM셀은 어떻게 다중화되는가?
8. ATM셀의 형식을 고찰하시오.
9. UP교환기와 VPC교환기를 비교하고 대조하시오.
10. 배쳐-반얀교환기가 왜 반얀교환기보다 우월한가?
11. 매개 AAM형식에서 오유검출방법들을 고찰하시오.
12. 어느 AAM들이 SAR층에 첨가되는 머리부를 가지지 않는가?
13. ATM셀에는 왜 추가분이 필요한가?
14. 봉사부류의 목적은 무엇인가?
15. PCR와 MCR사이의 차이는 무엇인가?
16. ATM머리부에서 CLP비트의 목적은 무엇인가?
17. NNI접속에서 왜 VPI가 12byte이며 UNI에서는 8byte인가?

18. ATM층과 그 기능을 쓰시오.
19. 4개의 ATM봉사부류와 매개가 봉사하는 거래자형식을 쓰시오.
20. ATM을 WAN에 어떻게 리용하는가?
21. ATM이 LAN에 리용될 때의 문제점을 고찰하시오.
22. LES의뢰기/봉사기쏘프트웨어의 목적은 무엇인가?
23. BUS의뢰기/봉사기쏘프트웨어의 목적은 무엇인가?

선택문제

24. ATM은 전송매체로서 ____을 리용할수 있다.
   ㄱ) 꼬임쌍선
   ㄴ) 빛섬유케블
   ㄷ) 동축케블
   ㄹ) 이 모든것

25. 자료통신에서 ATM은 ____ 의 머리글자이다.
   ㄱ) 자동델타기계
   ㄴ) 비동기원격통신방법
   ㄷ) 자동전송모형
   ㄹ) 비동기전송방식

26. ATM은 ____ 때문에 셀들이 같은 행로를 따른다는것을 의미하며 셀들이 대체로 순서가 엇갈려서 도달하지 않는다.
   ㄱ) 비동기식이기
   ㄴ) 망이기
   ㄷ) 다중화되기
   ㄹ) 가상회선경로조종을 리용하기

27. ATM규약의 어느 층이 망층에서 받은 자료를 재형식화하는가?
   ㄱ) 물리층
   ㄴ) 응용적응층
   ㄷ) ATM
   ㄹ) 자료적응층

28. ATM규약의 어느 층이 마지막생성물로서 53byte 셀을 가지는가?
   ㄱ) 물리층
   ㄴ) 응용적응층
   ㄷ) ATM
   ㄹ) 셀전송층

29. 어느 AAL형태가 비고정비트자료렬을 가장 잘 처리할수 있는가?
   ㄱ) AAL1
   ㄴ) AAL3/4

ㄷ) AAL2
ㄹ) AAL5

30. 어느 ATM형태가 고정비트속도 자료렬을 지원하도록 설계되는가?
ㄱ) AAL1
ㄴ) AAL3/4
ㄷ) AAL2
ㄹ) AAL5

31. 어느 형태의 AAL이 가상회선방법을 리용하는 일반파케트교환을 지원하도록 설계되는가?
ㄱ) AAL1
ㄴ) AAL3/4
ㄷ) AAL2
ㄹ) AAL5

32. 어느 형태의 AAL이 SEAL을 지원하도록 설계하는가?
ㄱ) AAL1
ㄴ) AAL3/4
ㄷ) AAL2
ㄹ) AAL5

33. SAR의 최종생성물은 ____자료파케트이다.
ㄱ) 가변길이
ㄴ) 44~48byte
ㄷ) 48byte
ㄹ) 48byte이상의

34. ____ 의 SAR보조층에서 1byte의 머리부가 47byte의 자료에 첨가된다.
ㄱ) AAL1
ㄴ) AAL3/4
ㄷ) AAL2
ㄹ) AAL5

35. _____의 SAR보조층에서 1byte머리부와 2byte꼬리부가 45byte의 유효전송량에 첨가된다.
ㄱ) AAL1
ㄴ) AAL3/4
ㄷ) AAL2
ㄹ) AAL5

36. ____의 SAR보조층에서 유효전송량은 48byte이며 머리부와 꼬리부가 첨가되지 않는다.
ㄱ) AAL1
ㄴ) AAL3/4
ㄷ) AAL2

ㄹ) AAL5

37. UNI셀머리부의 ____마당은 접속목적으로 리용된다.
ㄱ) VPI(가상행로식별자)
ㄴ) VCI(가상행로식별자)
ㄷ) CLP(셀손실우선권)
ㄹ) GFC(일반흐름상수)

38. ATM층의 셀머리부의 ____마당은 셀이 버려 져도 좋은가를 결정한다.
ㄱ) VPI(가상행로식별자)
ㄴ) VCI(가상행로식별자)
ㄷ) CLP(셀손실우선권)
ㄹ) GFC(일반흐름상수)

39. ATM은 ____을 리용하여 셀들을 다중화한다.
ㄱ) 비동기 FDM
ㄴ) 동기 FDM
ㄷ) 비동기 TDM
ㄹ) 동기 TDM

40. ATM망에서 단일통보에 속하는 모든 셀들은 같은 ____를 따르며 목적지에 도달할 때까지 본래 순서를 유지한다.
ㄱ) 전송행로
ㄴ) 가상회선
ㄷ) 가상행로
ㄹ) 이중에 없음

41. ____는 교환기들사이의 접속 또는 접속묶음을 보장한다.
ㄱ) 전송행로
ㄴ) 가상회선
ㄷ) 가상행로
ㄹ) 이중에 없음

42. ____는 종단과 교환기 또는 교환기들사이의 물리적접속이다.
ㄱ) 전송행로
ㄴ) 가상회선
ㄷ) 가상행로
ㄹ) 이중에 없음

43. UNI의 VPI는 ____ 비트길이이다.
ㄱ) 8
ㄴ) 18
ㄷ) 12
ㄹ) 24

44. NNI의 VPI는 ____비트길이이다.
ㄱ) 8
ㄴ) 18
ㄷ) 12
ㄹ) 24

45. VP교환기에서 ____는 변하지 않으며 ____는 변할수 있다.
ㄱ) VPI:VCI
ㄴ) VCI:VPI
ㄷ) VP:VPC
ㄹ) VPC:VP

46. ____ 교환기에서 VPI와 VCI가 다 변할수 있다.
ㄱ) VP
ㄴ) VPC
ㄷ) VPI
ㄹ) VCI

47. ____ 교환기는 매 단에서 출구포구에 기초하여 셀들을 경로조종하는 극소형스위치를 가진 다계단교환기이다.
ㄱ) 크로스바
ㄴ) 반얀
ㄷ) 노카우트
ㄹ) 배쳐-반얀

48. ____ 교환기는 역다중화기와 대기렬을 리용하여 셀들을 출구대기렬으로 방향을 잡아 준다.
ㄱ) 크로스바
ㄴ) 반얀
ㄷ) 노카우트
ㄹ) 배쳐-반얀

49. ____교환기는 n개 입구와 m개 출구에 대하여 n×m개 교차점을 가지며 충돌이 없다.
ㄱ) 크로스바
ㄴ) 반얀
ㄷ) 노카우트
ㄹ) 배쳐-반얀

50. ____교환기는 교환기내부에서의 충돌가능성을 없앤다.
ㄱ) 크로스바
ㄴ) 반얀
ㄷ) 노카우트

ㄹ) 배쳐-반얀

51. 셀 ____은 CTD최대와 최소사이의 차이이다.
   ㄱ) 손실률
   ㄴ) 전송지연
   ㄷ) 지연반응
   ㄹ) 오유률

52. 셀 ____은 송신된 셀에 대한 손실셀의 비이다.
   ㄱ) 손실률
   ㄴ) 전송지연
   ㄷ) 지연반응
   ㄹ) 오유률

53. ____봉사부류는 특히 버스트자료를 가진 응용들에 적당하다.
   ㄱ) CBR
   ㄴ) VBR
   ㄷ) ABR
   ㄹ) UBR

54. ____봉사부류는 실시간영상전송을 요구하는 가입자들에게 적당하다.
   ㄱ) CBR
   ㄴ) VBR
   ㄷ) ABR
   ㄹ) UBR

55. _____는 SCR보다 크다.
   ㄱ) PCR
   ㄴ) MCR
   ㄷ) CVDT
   ㄹ) 이 모든것

56. ____는 셀전송시간변동을 측정한다.
   ㄱ) SCR
   ㄴ) PCR
   ㄷ) MCR
   ㄹ) CVDT

57. SCR가 60, 000, PCR가 70, 000, MCR가 55, 000이라면 초당송신될수 있는 최소셀수는 얼마인가?
   ㄱ) 55, 000
   ㄴ) 60, 000
   ㄷ) 70, 000
   ㄹ) 5, 000

58. ____은 오유상태로 전달된 셀들의 묶이다.
ㄱ) CLR
ㄴ) CTD
ㄷ) CDV
ㄹ) CER

59. 최대 CTD가 10μs, 최소 CTD는 1 μs라면 _____는 9 μs이다.
ㄱ) CLR
ㄴ) CTD
ㄷ) CVD
ㄹ) CER

60. ____ 는 ATM교환기가 LAN교환기를 모방하게 하는 쏘프트웨어이다.
ㄱ) LEC
ㄴ) BUS
ㄷ) BLS
ㄹ) LANE

61. ____봉사기쏘프트웨어는 ATM LAN 에 대하여 다중수신자 송신과 방송을 허용한다.
ㄱ) LEC
ㄴ) BUS
ㄷ) BVD
ㄹ) BES

련습문제

62. AAL1층이 2Mbps로 자료를 수신한다. ATM층이 초당 몇개의 셀을 창조하는가?
63. AAL1를 리용하는 ATM의 총 효률은 얼마인가?(수신된 비트와 송신된 비트의 비)
64. AAL2층이 2Mbps로 자료를 수신한다. ATM중에서 초당 몇개의 셀이 창조되는가?
65. AAL2를 리용하는 ATM의 총 효률은 얼마인가?(수신된 비트와 송신된 비트의 비)
66. 어떤 응용이 AAL3/4를 리용하여 CS보조층에 들어 오는 자료가 47, 787byte일 때 얼마의 추가바이트가 필요한가?
67. AAL3/4를 리용한 ATM의 효률이 파케트의 크기에 관계되는가? 답을 설명하시오.
68. AAL3/4 층에서 입구파케트로부터 생기는 셀의 최소 개수는 얼마인가? 최대 개수는 얼마인가?
69. AAL5 층에서 입구파케트로부터 생기는 셀의 최소 개수는 얼마인가? 최대 개수는 얼마인가?
70. AAL1과 AAL2에서는 왜 추가분이 필요 없으며 AAL3/4와 AAL5에서는 필요한가를 설명하시오.
71. AAL3/4를 리용하여 ____ 의 추가분이 필요한 경우를 밝히시오.
ㄱ) 0byte (추가분 없음)

ㄴ) 40byte
ㄷ) 43byte

72. AAL5를 리용하여 ____의 추가분이 필요한 경우를 밝히시오.
ㄱ) 0byte(추가분 없음)
ㄴ) 40byte
ㄷ) 43byte

73. 53byte셀에서 다음 층의 사용자에게 몇 byte가 속하는가?(추가분이 없다고 가정한다.)
ㄱ) AAL1
ㄴ) AAL2
ㄷ) AAL3/4(첫 또는 마지막셀이 아니다.)
ㄹ) AAL5(첫 또는 마지막셀이 아니다.)

74. AAL1과 AAL2를 비교하시오. 둘다 같은 비트속도로 수신한다면 어느것이 더 많은 셀을 형성하는가?

75. 문제 73을 리용하여 매개 AAL의 효률을 쓰시오.

76. 표 19-1을 완성하여 어느 보조층이 각 AAL에서 능동인가를 밝히시오.

표 19-1 **문제** 76

보조층	*AAL1*	*AAL2*	*AAL3/4*	*AAL5*
CS				
SAR				

77. 모든 AAL의 SAR보조층에서 자료단위의 크기를 기입하여 표 19-2를 완성하시오.

표 19-2 **문제** 77

보조층	*AAL1*	*AAL2*	*AAL3/4*	*AAL5*
SAR				

78. 표 19-3에서 매개 AAL의 CS보조층이 리용하는 마당들에 대하여 적당한 렬에 " X'를 써넣으시오.

표 19-3 **문제** 78

보조층	*AAL1*	*AAL2*	*AAL3/4*	*AAL5*
T				
BT				
BA				
AL				
ET				
L				
UU				

79. 표 19-4에서 매개 AAL의 SAR보조층이 리용하는 마당들에 대하여 적당한 렬에 " X "를 써넣으시오.
80. 그림 19-37의 ATM다중기의 출로를 밝히시오.
81. 몇개의 가상접속이 UNI대면부에서 정의될수 있는가? NNI대면부에서는 몇개가 정의될수 있는가?
82. 어떤 사용자가 1μs동안 평균한개의 속도로 셀을 보내는데 순간적으로 1ns당 1개의 속도로 보낼수도 있다. 그러나 사용자는 1ms당 한개의

표 19-4 **례** 79

보조층	*AAL1*	*AAL2*	*AAL3/4*	*AAL5*
CSI				
SC				
CRC				
P				
IT				
LI				
ST				
MID				

자료를 보낼수 있다는것을 담보할 필요가 있다. 다음 질문에 대답하시오.

ㄱ) MCR는 얼마인가?

ㄴ) PCR는 얼마인가?

ㄷ) SCR는 얼마인가?

83. 매개 셀목적지까지 도달하는데 10μs 걸린다면 CTD는 얼마인가?
84. 망이 10, 000개중 5개의 셀을 손실하였다. 2개는 오유이다. CLR와 CER는 얼마인가?

그림 19-37. 문제 80

제２０장. SONET/SDH

빛섬유케블의 넓은 통과대역은 오늘의 최고속자료(비데오회의 등)와 많은 저속기술을 동시에 실현하는데 적합하다. 이런 리유로 하여 빛섬유의 중요성은 고속빛광대역전송을 요구하는 기술개발과 결합하여 더 커지고 있다. 그것을 계기로 하여 규격화의 필요성이 제기되였다. 규격이 없이 현재의 개별적체계들을 호상호환결합하는것은 불가능하다. ANSI와 ITU−T는 독립적이지만 기본적으로 비슷하며 극히 호환성이 있는 규격들을 정의하였다. ANSI규격을 동기빛섬유망(SONET)이라고 하며 ITU−T규격을 동기수자계층(SDH)이라고 한다. 이 두 규격은 거의 일치한다.−

SONET 는 ANSI 에서, SDH 는 ITU−T 에서 개발되였다.

SONET와 SDH설계가들이 제출한 문제들에서 우리에게 특히 흥미가 있는것은 세가지이다. 첫째로, SONET/SDH는 동기식망이다. 단일박자가 전체 망을 거쳐서 전송과 장치의 시간조절을 취급하는데 리용된다. 이 예측가능성은 강력한 프레임설계와 결합하여 개별통로들이 다중화될수 있게 하였으며 따라서 속도를 개선하고 가격을 낮출수 있다.

둘째로, SONET/SDH는 각 제작자들이 판매한 빛섬유전송체계(FORT)장비들의 규격화에 대한 권고를 포함한다. 셋째로, SONET/SDH 물리적특성와 프레임설계는 그것이 비호환성종속체계(특히 DS−0, DS−1과 같은 비동기봉사)로부터 신호를 나를수 있는 구조를 포함한다. SONET가 다양한 접속성으로 평판이 좋은것은 바로 이 유연성때문이다.

SONET가 다중화된 전송구조이며 따라서 광대역봉사 특히 ATM 과 B−ISDN을 위한 운반자로 될수 있다는것을 강조한다.

２０．１．동기전송신호

유연성의 첫 단계로서 SONET는 동기전송신호(STS)라는 신호화준위의 계층구조를 정의하였다. 매개 STS준위(STS−1−STS−192)는 초당 Mbit로 규정한 어떤 자료속도를 지원한다(표 20−1). STS의 매개 준위를 나르도록 정의된 물리적련결고리를 빛섬유회선(OC)이라고 한다. OC준위들은 매개 준위의 신호화를 지원하도록 필요한 련결고리의 개념적 및 물리적특성을 서술한다. 이 특성들의 실제적인 실현은 제작자들에게 맡겨 진다. 현재 가장 일반적인 실현들은 OC−1, OC−3, OC−12, OC−48이다.

표 20−1을 보면 몇가지 흥미 있는 점이 있다. 우선 이 계층구조의 최저준위는 51.840Mbps의 자료속도를 가지며 DS−3봉사와 T−3회선(44.736Mbps) 보다 더 높다. 이것은 최저의 SONET준위가 최고의 T준위보다 더 큰 비트속도를 지원한다는것을 의미한다(T−4가 정의되기는 했지만 T−3은 오늘 상업적으로 리용할수 있는 최고의 일반전기회선이다.). 사실 STS−1은 DS−3의것과 등가인 자료속도를 가지도록 설계한다. 용량차이는 빛섬유체계에 필요한 부가비트

를 취급하도록 보장된것이다.

표 20-1　　　　SONET/SDH 속도

STS	*OC*	속도 *(Mbps)*	*STM*
STS-1	OC-1	51.840	
STS-3	OC-3	155.520	STM-1
STS-9	OC-9	466.560	STM-3
STS-12	OC-12	622.080	STM-4
STS-18	OC-18	933.120	STM-6
STS-24	OC-24	1244.160	STM-8
STS-36	OC-36	1866.230	STM-12
STS-48	OC-48	2488.320	STM-16
STS-96	OC-96	4976.640	STM-32
STS-192	OC-192	9953.280	STM-64

다음으로 STS-3속도는 정확히 STS-1의 3배라는것이다. STS-9는 STS-18의 절반이다. 이 관계는 18개의 STS-1통로는 한개의 STS-18로 다중화될수 있다는것을 의미한다. 아는바와 같이 여기서 계층구조의 개념은 DS신호나 T형회선에 대한것과 비슷하다(8장을 참고).

SDH는 동기전송모듈(STM)이라는 류사한 체계를 규정한다. STM을 E회선과 같은 현재의 유럽계층구조 그리고 STS준위들과 호환성이 있도록 시도된것이다. 끝으로 최저의 STM준위 STM-1은 155.520Mbps로 규정되며 STS-3과 꼭 같다.

20. 2. 물리적구성

그림 20-1은 SONET전송체계에 리용되는 장치들과 그것들을 배렬하고 련결하는 몇가지 가능한 방법들을 보여 준다.

SONET장치

SONET전송은 세가지 기본장치 즉 STS다중기, 재생기, 더하기/떨구기다중기에 기초한다. STS다중기들은 SONET련결고리의 시작과 끝점을 표식한다. 그것들은 종속망과 SONET사이의 대면부를 보장한다. 그들사이의 장치들은 체계가 요구하는대로 임의의 개수와 형식으로 될수 있다. 재생기들은 재생기와 수신기사이의 가능한 련결길이를 확장한다. 더하기/떨구기다중기들은 SONET행로의 삽입과 추출을 허용한다.

- **STS다중기/역다중화기** STS다중기/역다중화기는 여러 원천으로부터의 신호를 한개 STS신호로 다중화하거나 STS신호를 각이한 목적신호로 분배한다.

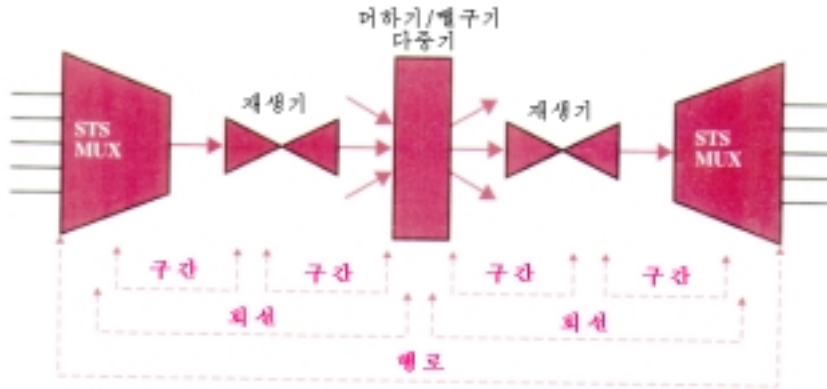



그림 20-1. SONET체계

- **재생기** STS재생기는 수신된 빛신호를 받아서 다시 다른 빛으로 발생시키는 반복기이다(제1장을 참고). 그러나 이 체계에서 재생기는 물리층의 반복기들에 한가지 기능을 더해 준다. SONET재생기는 현재의 부가비트정보(머리부정보) 일부를 새로운 정보로 바꾼다. 이 장치들은 자료련결층에서 동작한다.
- **더하기/떨구기다중기** 더하기/떨구기다중기는 각이한 원천에서 오는 신호를 주어 진 행로에 첨가시키거나 어떤 행로에서 전체 신호를 분배하지 않고 요구되는 신호를 제거하며 다시 방향을 잡아 줄수 있다. 시간조절이나 비트위치에 기초하는 대신 더하기/떨구기다중기는 개별적렬을 식별하기 위하여 주소와 지적자(이 절 마지막에서 서술한다.)들의 머리부정보를 리용한다.

그림 20-1에 보여 준 단순한 구성형식에서 여러개의 입구전기신호들이 STS다중기로 공급된다. 여기서 하나의 빛신호로 조합된다. 빛신호는 재생기에 전송되며 여기서 이행중의 잡음을 없애고 다시 창조된다. 여러개의 원천으로부터 재생된 신호들이 더하기/떨구기다중기에 공급된다. 더하기/떨구기다중기는 필요하다면 이 신호들을 다시 조작하며 자료프레임과 정보에 따라 그것들을 자기 방향으로 내보낸다. 이 재다중화된 신호들은 또 다른 재생기에 보내지며 거기서 또 수신 STS다중기까지 간다. 여기서 그것들은 수신련결고리가 리용할수 있는 형식으로 복귀된다.

구간, 회선, 행로

그림 20-1에서 알수 있는바와 같이 각이한 준위의 SONET접속들을 구간, 회선, 행로라고 한다. 구간은 두 린접장치를 접속시키는 빛섬유련결고리이다. 즉 다중기와 다중기, 다중기와 재생기, 재생기와 재생기이다. 회선은 두 다중기들 즉 STS다중기와 더하기/떨구기다중기, 두 더하기/떨구기다중기, 두 STS다중기사이의 망부분이다. 행로는 두 STS다중기사이의 종단-종단망부분이다. 서로 직접 련결된 두 STS다중기로 된 단순 SONET에서는 구간, 회선, 행로가 다 같다.

그림 20-2는 다섯개의 STS다중기/역다중화기, 두개의 더하기/떨구기다중기, 6개의 재

생기를 가진 전형적인 SONET망을 보여 준다.

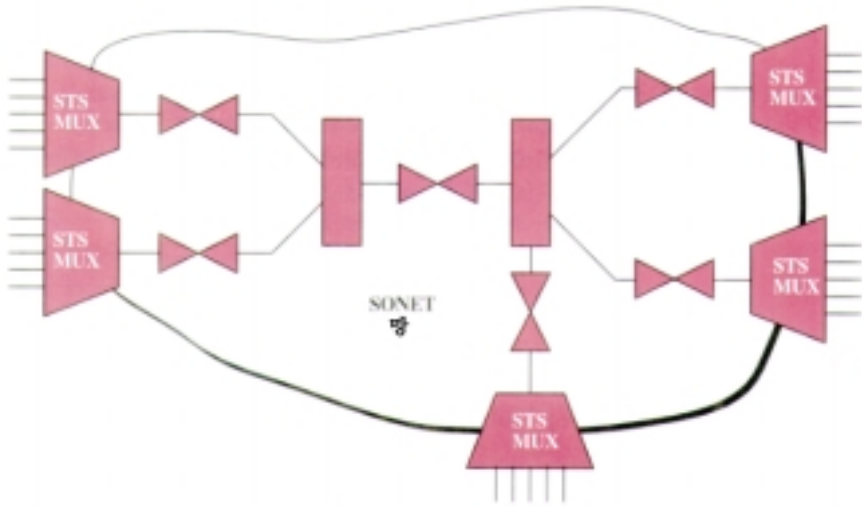



그림 20-2. SONET망의 실례

20.3. SONET층

SONET규격은 4개의 기능층 즉 광학층, 구간층, 회선층, 행로층을 포함한다. 이 층들은 보통 OSI모형의 첫 층(물리층)에만 대응하는것으로 생각된다. 사실 그것은 물리층과 자료련결층에 다 대응된다(그림 20-3). 각층에서 프레임에 첨가되는 머리부들은 이 장다음에 고찰한다.

SONET는 4개의 층을 정의한다. 광학층은 가장 낮은 층이며 물리층의 동작을 수행한다. 구간, 회선 및 행로층들은 OSI모형의 자료련결층에 대응된다.

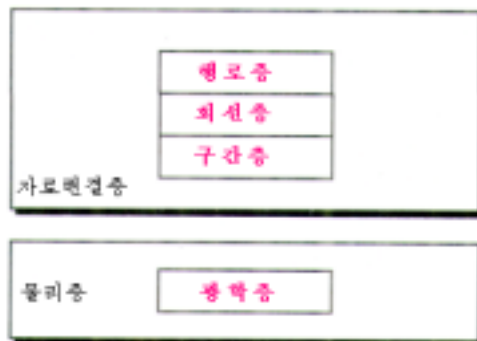



그림 20-3. SONET층

광학층

광학층은 OSI모형의 물리층에 대응된다. 그것은 빛섬유통로(수신기의 감도,다중화기능)의 물리적특성을 포함한다. SONET는 빛이 있을 때 1, 없을 때 0을 표시하는 NRZ부호화를 리용한다.

구간층

구간층은 물리적구간을 따라 신호의 이동을 담당한다. 그것은 프레임화, 뒤섞기, 오유조종을 취급한다. 구간층린접비는 이 층에서 프레임에 첨가된다.

회선층

회선층은 물리적회선을 따라 신호의 이동을 담당한다. 회선층부가비트는 이 층에서 프레임에 첨가된다. STS 다중기와 더하기/떨구기다중기는 회선층기능을 보장한다.

행로층

행로층은 빛원천으로부터의 신호를 빛목적지에로 이동시키는것을 담당한다. 빛원천에서 신호는 전기적형태에서 빛형태로 변화되며 다른 신호들과 다중화되고 프레임에 교갑화된다. 빛목적지에서 수신된 프레임들은 분배되며 개별적인 빛신호들이 전기적형태로 다시 변화된다. 행로층부가비트가 이 층에서 첨가된다. STS다중기들은 행로층기능을 보장한다.

장치-층관계

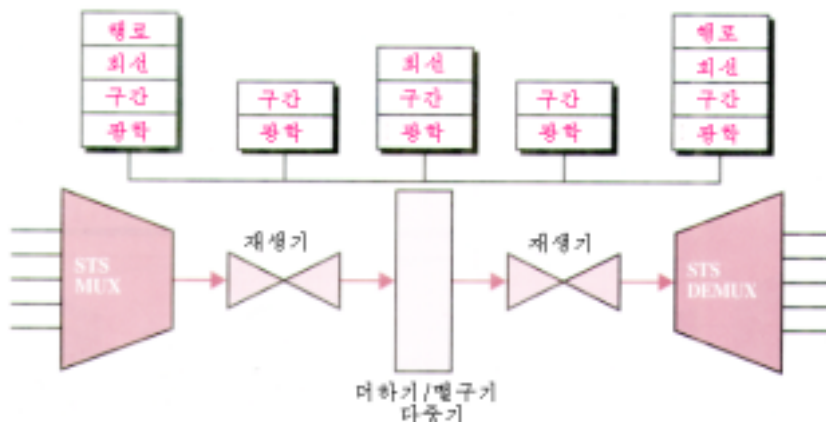



그림 20-4. SONET에서 장치-층관계

그림 20-4는 SONET전송에 리용되는 장치들과 그 규격의 4개 층들사이의 관계를 보여 준다. 보는바와 같이 STS다중기는 4층장치이다. 더하기/떨구기다중기는 3층장치이다. 재생기는 2층장치이다.

20.4. SONET프레임

전자대면부(T-1회선과 같은)로부터 수신된 자료는 행로층에서 프레임에 교갑화되며 부가비트가 첨가된다. 추가적인 부가비트가 우선 회선층에서 그다음 구간층에서 첨가된다. 마지막으로 프레임은 광학층으로 넘어 가며 여기서 그것은 빛신호로 변환된다(그림 20-5).

그림 20-5. SONET에서 자료교갑화

그러나 SONET부가비트는 다른 규약들에서 본것과 같이 머리부나 꼬리부형태로 첨가되지 않는다는것을 잊지 말아야 한다. 대신 SONET는 부가비트를 프레임의 중간의 여러 곳에 삽입한다. 그 위치와 의미는 다음에 고찰한다.

프레임형식

광학층에서 STS-1프레임의 기초형식을 그림 20-6에 보여 주었다. 매개 프레임은 6,480bit(810개의 8중비트)를 포함한다. STS-1은 51,840Mbps의 속도로 전송한다.

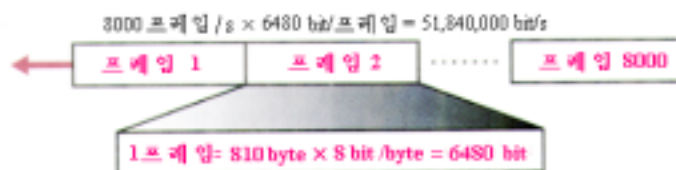



그림 20-6. STS-1프레임

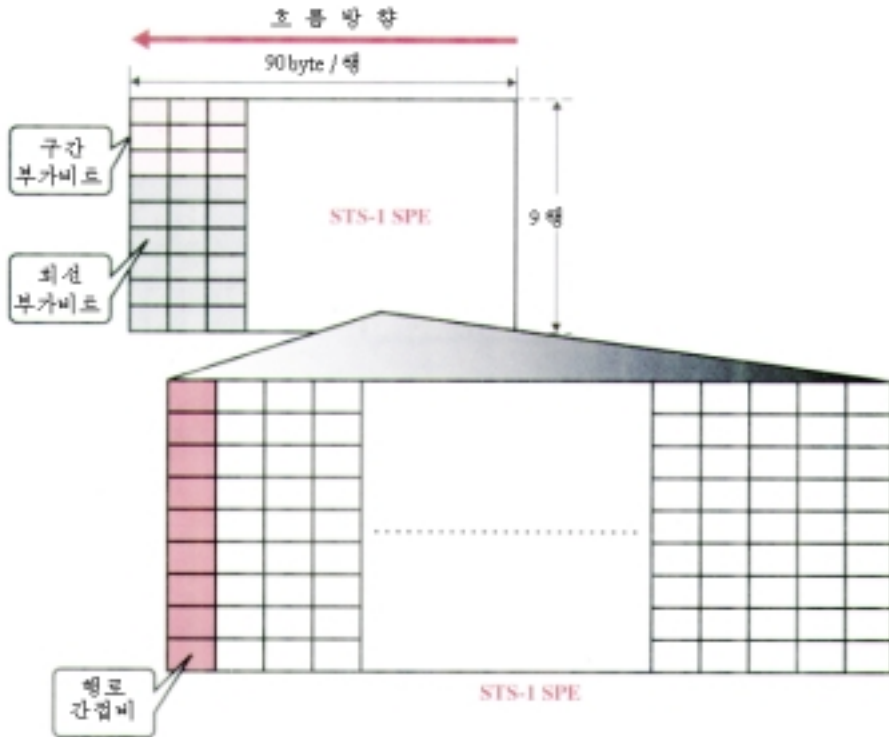



그림 20−7. STS−1프레임부가비트

SONET프레임은 매개가 90개의 8중비트인 9개 행을 가진 행렬이다. 총 810개의 8중비트이다(그림 20−7).

프레임의 첫 세개 렬은 구간 및 회선부가비트를 위하여 리용된다. 이 세 렬의 웃 세개 층은 구간부가비트로, 아래 6개는 회선부가비트로 리용된다. 프레임의 나머지는 동기유효전송량봉투(SPE)라고 한다. 그것은 사용자자료와 전송에 요구되는 부담 및 지불에 대한 상세내용(어떤 경우에)을 포함한다.

그러나 SPE의 한 렬은 행로부가비트를 위하여 리용된다(보통 첫렬). 행로부가비트는 종단−종단추적정보를 포함한다.

구간부가비트

구간부가비트는 9개의 8중비트로 구성된다. 이 8중비트들의 표식, 기능조직을 그림 20−8에 보여 준다.

- **정렬바이트(A1과 A2)** 바이트 A1과 A2는 프레임구성과 동기화에 리용되며 정렬바이트라고 한다. 이 바이트들은 수신기에 프레임이 도달하고 있다는것을 경계해주며 동기화시키는 규정된 비트패턴을 준다. 이 두 바이트의 비트패턴은 16진수 및 2진수형태인데 다음과 같다.

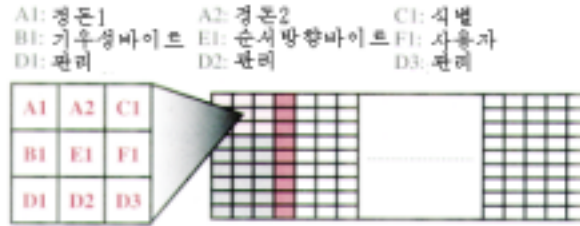



그림 20-8. STS-1프레임:구간부가비트

A1:F6→11110110
A2:28→00101000

- **식별바이트(C1)** 바이트 C1은 STS-1프레임에 대한 유일식별자를 나른다. 이 바이트는 여러개의 STS-1이 다중화되여 고속의 STS(STS-3, STS-9, STS-12 등)를 형성할 때 필요하다. 이 바이트의 정보는 여러 신호들이 분배할 때 쉽게 인식될수 있게 한다.
- **기우성바이트(B1)** 바이트 B1은 비트간격식기우성(BTP-8)을 위한것이다. 그 값은 선행한 STS-1의 구간머리부에 기초하며 현재의 STS-1에 삽입된다. 그것은 수직여유검사기능을 수행한다.
- **지시선바이트(E1)** 바이트 E1은 지시선바이트이다. 련속프레임안의 지시선바이트들은 64Kbps(초당 8,000계프레임×프레임당 8bit)의 통로를 형성한다. 이 통로는 재생기들사이, 말단과 재생기들사이의 통신에 리용된다.
- **사용자바이트(F1)** 련속프레임안의 F1바이트들은 구간준위에서 사용자요구를 위하여 예약된 64Kbps의 통로를 형성한다.
- **관리바이트(D1, D2, D3)** 바이트 D1, D2, D3은 자료통신통로라는 192Kbps통로를 형성한다(3×8,000×8). 이 통로는 조작, 관리, 유지(OAM)신호화에 요구된다.

회선부가비트

회선부가비트는 18byte로 구성된다. 이 바이트들의 표식, 기능, 배렬을 그림 20-9에 보여 주었다.

- **지적자바이트(H1, H2, H3)** 바이트 H1, H2, H3은 지적자들이다. 이것은 유효전송량이 STS일부의 시작이 아닌 다른 곳에서 출발할 때 프레임에서 유효전송량의 위치를 식별한다(그림 20-10). 지적자들은 본질적으로 몇개의 위치에 놓인다. SONET는 동기규약이다. 프레임들은 자료입구와 망프레임기능들의 시간동기를 맞추어서 만들어 진다. 이런 리유로 하여 비동기망입구에서 수집된 자료는 SPE로서는 동기화되지 못하며 두개의 프레임을 차지할수도 있다. 지적자들은 SONET가 이러한 프레임구성불일치를 리용할수 있게 한다. 이 경우에 H1, H2, H3을 함께 유효부의 시작바이트에 대한 지적자를 형성한다. 지적자들에 대한 보다 복잡한 리용측면이 또 있는데 그것은 여기서 고찰하지 않는다.

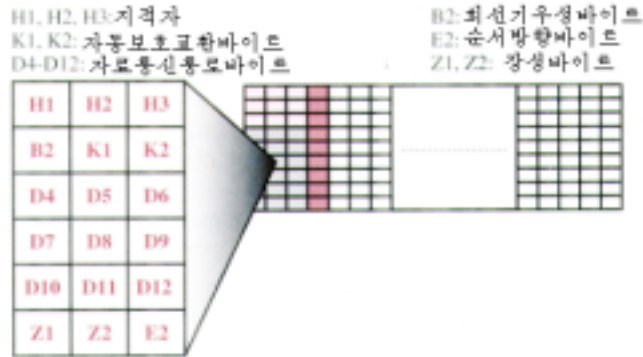



그림 20-9. STS-1프레임:회선부가비트

- **회선기우성바이트(B2)** 바이트 B2는 B1과 같이 비트간격식기우성을 위한것이다. 그러나 회선머리부에 대하여 계산된다.

그림 20-10. 유효전송량지적자

- **자동보호교환바이트(K1와 K2)** K1, K2바이트는 련속프레임안에서 회선말단장치(실레로 다중기)에서의 문제를 자동검출하기 위하여 리용되는 128Kbps의 통로를 형성한다.
- **자료통신통로바이트(D4~D12)** 회선부가비트 D바이트(D4~D12)는 련속프레임상태로 D1~D3바이트(OAM)의 경우 봉사를 보장하는 576Kbps통로를 형성한다. 그러나 구간준위가 아니라 회선준위이다.
- **장성바이트(Z1, Z2)** Z1과 Z2바이트는 앞으로의 사용자에게 예약된다.
- **지시선 바이트(E2)** E2바이트는 련속프레임상태로 E1지시선바이트와 같은 기능을 실시하는 64byte통로를 형성한다. 그러나 회선준위이다.

행로부가비트

행로부가비트는 9개 바이트이다. 표식, 기능, 배렬을 그림 20-11에 보여 주었다.

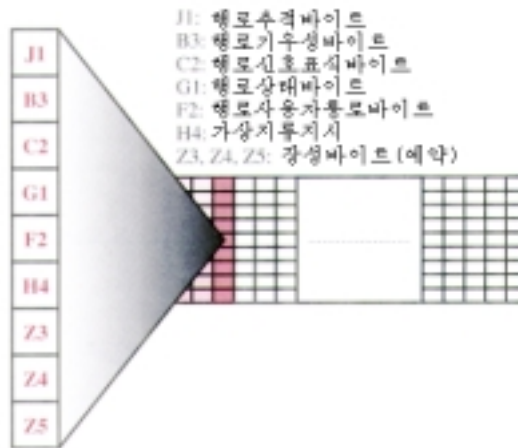



그림 20-11. STS-1프레임:행로부가비트

- **행로추적바이트(JI)** J1바이트는 련속프레임상태로 행로를 추적하는데 리용되는 64byte의 통로를 형성한다. J1바이트는 련속적인 64bit렬을 보내서 접속을 검증한다. 어떤 렬을 선택하는가는 응용프로그람의 몫이다.
- **행로기우성바이트(B3)** 바이트 B3은 비트간접식기우성이다. B1, B2바이트와 비슷하다. 행로머리부에 대하여 계산된다.
- **행로신호표식바이트(C2)** 바이트 C2는 행로식별바이트이다. 그것은 보다 높은 준위(FDDI, SMDS등)에서 리용되는 여러 규약들을 식별하는데 리용된다.
- **행로상태바이트(G1)** 바이트 G1은 수신기가 자기 상태를 송신기에 통신하기 위하여 보내는것이다.
- **행로사용자통로바이트(F2)** F2바이트는 련속프레임상태로 사용자요구에 예약된 64Kbps통로를 형성한다. F1바이트와 비슷하나 행로준위이다.
- **가상종속지시자(H4)** 바이트 H4는 다중프레임지시자이다. 그것은 유효전송량이 한개 프레임에 맞지 않는다는것을 가리킨다. 가상종속은 다음 절에서 고찰한다.
- **장성바이트(23, 24, 25)** 23, 24, 25바이트는 앞으로의 리용을 위하여 예약된다.

가상지류

SONET는 광대역유효전송량을 나르도록 설계된다. 그러나 현재 수자식계층자료속도(DS-1-DS-3)는 STS-1보다 낮다.

SONET가 현재계층구조와 역호환성을 가지도록 하기 위하여 I프레임설계는 가상종속(VT)체계를 포함한다(그림 20-12).

가상종속은 STS-1에 삽입되며 다른것들과 조합되여 한개 프레임을 채울수 있는 부분유효전송량이다. 한개 원천으로부터의 자료에 대하여 STS-1프레임의 86개 유효전송량렬을 모두 리용하지 않고 SPE를 VT들로 분할한다.

그림 20−12. 가상지류

VT의 형태

4개의 VT형태가 현재 수자계층구조를 리용하도록 정의되였다(그림 20−13). 매개 VT형태에 대하여 허용된 렬개수는 형태식별수자를 두배하여 결정될수 있다(VT1는 5개 렬, VT2는 4개 렬 등).

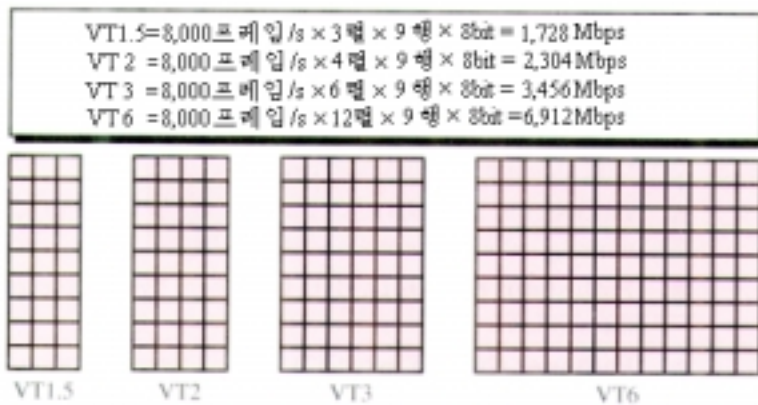



그림 20−13. VT형태

- **VT1.5** VT1.5는 U.S.DS−1봉사를 허용한다(1.544Mbps).
- **VT2** VT2는 유럽 CEPT−1봉사를 허용한다(2.48Mbps).
- **VT3** VT3은 DS−1C봉사를 허용한다(부분적 DS−1, 3, 152Mbps).
- **VT6** VT6은 DS−2봉사를 허용한다(6.312Mbps).

둘 또는 그이상의 종속이 한개 STS−1프레임에 삽입될 때 그것들은 렬마다 간격식으로 된다. SONET는 매개 VT를 식별하며 그것들을 전체 흐름렬에 다중화하지 않고 분리하는 구조를 보장한다. 이 구조와 그 리면의 조종문제는 여기서 고찰하지 않는다.

20.5. STS프레임의 다중화

저속STS들은 다중화되여 고속체계들과 호환되게 할수 있다. 실례로 세개의 STS-1은 하나의 STS-3으로 조합될수 있다. 4개의 STS-3은 하나의 STS-12로 다중화될수 있다. 저속 STS로 만들어 진 STS-*n*에 대한 일반형식을 그림 20-14에 보여 주었다.

그림 20-15는 세개의 STS-1이 어떻게 한개 STS-3으로 다중화되는가를 보여 준다. STS-12는 저속봉사를 만들기 위하여 STS-1은 12개, STS-3은 4개를 가지고 다중화할수 있다.

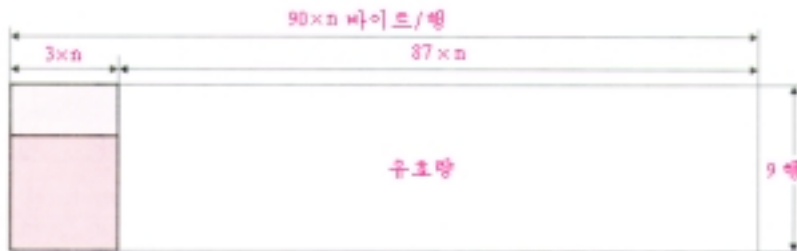



그림 20-14. STS-*n*

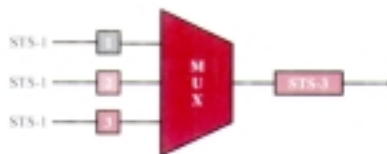



그림 20-15. STS다중화

ATM의 SONET/SDH에로의 수렴

ATM에서 가장 중요한 물리적회선은 SONET의 STS-3봉사(STM-1:유럽의 SDH)로 되도록 계획되였다. ATM은 다중화를 보장하기때문에 전체 STS-3의 유효전송량은 다른 체계에서 요구되는 추가적인 부가비트가 없이 셀전송에 리용될수 있다. ATM을 STS-3봉투로 넘기는 한가지 가능성을 그림 20-16에 보여 준다.

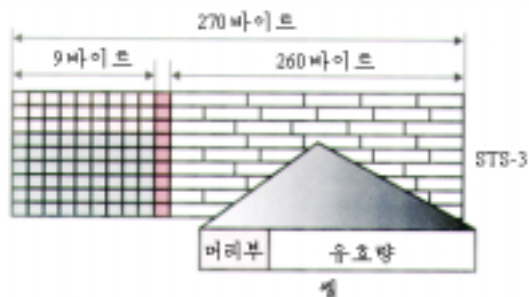



그림 20-16. STS-3 봉투에서의 ATM

프레임(봉투)의 매개 행은 270개의 8중비트구성이다(3×90). 이중에서 9개의 8중비트는 구간과 회선부가비트에 리용되며 한개 8중비트는 행로부가비트에 리용된다. 나머지 260개는 거의 다섯개의 셀(5×53=265)을 나를수 있다. 첫행에서 다섯째 프레임은 첫행과 둘째 행으로 분할되여야 한다. 다른 행들은 량끝에서 부분셀을 가질수 있다.

20. 6. 응용

SONET는 WAN을 위한 중추망을 보장하도록 설계된다. 그것은 초당 3Gbit이상의 속도로서 많은 분야에 응용된다. 그 응용들의 몇가지를 요약한다.

- 현재의 T−1 또는 T−3회선은 SONET로 교체될수 있다. T−1부하는 VT1.5지류로 쉽게 나를수 있으며 T−3부하는 STS−1프레임을 전체 SPE로 나를수 있다.
- 많은 빛섬유케블들이 이미 공동규약이 없이 설치되였다. 이것들은 SONET규약을 리용하여 망에 조합될수 있다. 대부분 케블은 규약의 결여로 하여 완전능력으로 리용하지 못하고 있다.
- SONET는 ISDN과 B−ISDN의 운반자일수 있다.
- SONET는 ATM셀에 대한 운반자일수 있다(본문에서 본바와 같이).
- SONET는 수요에 따르는 대역너비를 지원할수 있다.
- SONET는 케블TV망에서의 빛섬유케블들을 교체할수 있다.
- SONET는 중추로 리용할수 있거나 또는 SMDS, FDDI 등의 망규약들을 총적으로 교체할수 있다.

20. 7. 실마리어

가상지류(VT)
구간부가비트
구간층
광학층
더하기/뗄구기다중기
동기빛섬유망(SONET)
동기수자계층구조(SDH)
동기전송모듈(STM)
동기전송신호(STS)
빛섬유회선(OC)
재생기
행로부가비트
행로층
회선부가비트
회선층

20. 8. 요약

- 동기식빛섬유망(SONET)은 빛섬유망을 위하여 ANSI가 개발한 규격이다.
- SONET는 동기전송신호(STS)라는 계층형신호(DS계층에 류사한)를 정의하였다.
- 빛섬유회선(OC)준위는 STS의 실현이다.

- SONET는 4개 층을 정의한다. 광학층은 제일 낮은 층이며 물리층의 동작을 수행한다.
- SONET의 구간, 회선, 행로층들은 OSI모형의 자료련결층에 대응한다. 매개 층은 전송행로의 특정한 부분을 지나는 신호전송을 담당한다.
- SONET체계는 다음의 장치들을 리용할수 있다.
  ㄱ) STS다중기-몇개의 빛신호를 조합하여 하나의 STS신호를 만든다.
  ㄴ) 재생기-빛신호에서 잡음을 제거한다.
  ㄷ) 더하기/떨구기다중기-각이한 행로로부터의 STS신호를 합하며 어떤 행로의 STS신호를 제거한다.
- STS-1에 대한 광학층프레임은 6,480byte로 구성한다. 초당 8,000개 프레임이 있다.
- STS-1의 부가비트와 자료(유효전송량)는 행렬형식으로 배렬된다(90개 8중비트의 9개 행).
- SONET는 가상종속(VT)개념을 통하여 현재의 DS계층구조와 역호환성이 있다. VT는 $m \times n$개의 8중비트블로크로 구성된 부분유효전송량이다. STS유효전송량은 몇개의 VT조합일수 있다.
- STS들은 다중화되여 보다 고속인 새로운 STS로 될수 있다.

20. 9. 련습

복습문제

1. STS다중기와 더하기/떨구기는 다 신호를 함께 더할수 있는데 서로 다른 점은 무엇인가?
2. STS준위들과 OC준위들사이의 관계는 어떠한가?
3. 회선부가비트에서 지적자의 목적은 무엇인가?
4. STS계층구조와 DS계층구조를 비교하시오.
5. SONET구성형식을 ATM의 물리적운반자로서 고찰하시오.
6. SONET와 SDH사이의 관계는 무엇인가?
7. 왜 SONET를 동기망이라고 하는가?
8. STS와 STM사이의 관계는 무엇인가?
9. SONET재생기의 기능은 무엇인가?
10. 4개의 SONET들을 쓰시오.
11. SONET들의 기능을 고찰하시오.
12. SONET에서 어떤 부호화가 리용되는가?
13. SONET층과 OSI모형의 층을 비교하시오.
14. 매개 SONET층에 대한 부가비트정보의 위치를 고찰하시오.
15. STS-1프레임은 어떻게 조작되는가?
16. 가상종속이란 무엇인가?
17. SONET가 DS-1봉사로부터의 자료를 어떻게 나누는가?
18. 저속STS들이 고속STS들과 어떻게 호환될수 있는가?

선택문제

19. SONET는 _____망에 대한 규격이다.
    ㄱ) 꼬임쌍선케블
    ㄴ) 동축케블
    ㄷ) 이써네트
    ㄹ) 빛섬유케블
20. SONET는 _____망에 대한 머리글자이다.
    ㄱ) 동기빛섬유
    ㄴ) 규격빛섬유
    ㄷ) 대칭열린
    ㄹ) 규격열린
21. SONET체계에서 _____는 신호에서 잡음을 제거하고 머리부를 첨가하거나 제거할수 있다.
    ㄱ) STS다중기
    ㄴ) 재생기
    ㄷ) 더하기/뗠구기다중기
    ㄹ) 반복기
22. SONET체계에서 ______는 행로로부터 신호를 제거할수 있다.
    ㄱ) STS다중기
    ㄴ) 재생기
    ㄷ) 더하기/뗠구기다중기
    ㄹ) 반복기
23. 임의의 두 SONET장치사이의 빛섬유련결고리를 ______이라고 한다.
    ㄱ) 구간
    ㄴ) 회선
    ㄷ) 행로
    ㄹ) 이중에 없음
24. STS다중기와 재생기사이의 빛섬유련결고리를 ______이라고 한다.
    ㄱ) 구간
    ㄴ) 회선
    ㄷ) 행로
    ㄹ) 이중에 없음
25. STS다중기와 더하기/뗠구기다중기사이의 빛섬유련결고리를 _____이라고 한다.
    ㄱ) 구간
    ㄴ) 회선
    ㄷ) 행로

ㄹ) 이중에 없음

26. SONET의 _____층은 OSI모형의 물리층에 대응한다.
    ㄱ) 행로
    ㄴ) 구간
    ㄷ) 회선
    ㄹ) 광학

27. SONET의 _____층은 프레임구성, 뒤섞기, 오유취급을 수행한다.
    ㄱ) 행로
    ㄴ) 구간
    ㄷ) 회선
    ㄹ) 광학

28. SONET의 _____층은 물리회선으로 신호를 전송한다.
    ㄱ) 행로
    ㄴ) 구간
    ㄷ) 회선
    ㄹ) 광학

29. SONET의_____층은 빛원천에서 빛목적지로 자료를 전송한다.
    ㄱ) 행로
    ㄴ) 구간
    ㄷ) 회선
    ㄹ) 광학

30. 다음의 SONET층들중 어느것이 OSI의 자료련결층에 대응하는가?
    ㄱ) 행로
    ㄴ) 구간
    ㄷ) 회선
    ㄹ) 모든것

31. STS다중기는____개층 : _____층에서 동작한다.
    ㄱ) 4: 행로, 회선, 구간, 광학
    ㄴ) 2: 구간, 광학
    ㄷ) 3: 회선, 구간, 광학
    ㄹ) 2: 광학, 행로

32. 더하기/뗄구기다중기는 ____개층 : ____층에서 동작한다
    ㄱ) 4: 행로, 회선, 구간, 광학
    ㄴ) 2: 구간, 광학
    ㄷ) 3: 회선, 구간, 광학
    ㄹ) 2: 광학, 행로

33. 재생기는 ____개층 : ____층에서 동작한다.
   ㄱ) 4: 행로, 회선, 구간, 광학
   ㄴ) 2: 구간, 광학
   ㄷ) 3: 회선, 구간, 광학
   ㄹ) 2: 광학, 행로

34. STS−1프레임에서 첫 세개 렬은 ____을 포함한다.
   ㄱ) 구간과 회선부가비트
   ㄴ) 구간, 회선, 행로부가비트
   ㄷ) 사용자자료
   ㄹ) 행로부가비트

35. STS−1프레임의 동기유효전송량봉투(SPE)는 ____를 포함한다.
   ㄱ) 지적자
   ㄴ) 행로부가비트
   ㄷ) 사용자자료
   ㄹ) ㄴ)와 ㄷ)

36. 기우성바이트는 STS−1프레임의 ____를 위하여 존재한다.
   ㄱ) 구간부가비트
   ㄴ) 회선부가비트
   ㄷ) 행로부가비트
   ㄹ) 이 모든것

37. 어느 부가비트가 유효전송량에 대한 지적자를 포함하는가?
   ㄱ) 구간
   ㄴ) 행로
   ㄷ) 회선
   ㄹ) ㄱ)와 ㄷ)

38. STS−1이 수용할수 있는 VT1.5의 최대 개수는 얼마인가?
   ㄱ) 3
   ㄴ) 28
   ㄷ) 9
   ㄹ) 29

39. STS−1이 수용할수 있는 VT2의 최대 개수는 얼마인가?
   ㄱ) 4
   ㄴ) 22
   ㄷ) 21
   ㄹ) 23

련습문제

40. 그림 20−14를 리용하여 STS−3의 자료속도가 155. 520Mbps임을 증명하시오.
41. STS−9, STS−12,⋯, STS−192에서부터 문제 40을 반복하시오(표 20−1을 참고).
42. STS−1에서 SPE를 위한 자료속도가 50. 112Mbps임을 증명하시오(구간과 회선부가비트에 리용된 비트를 던다).
43. STS−1에 대한 사용자자료속도가 49. 536Mbps임을 증명하시오(구간, 회선, 행로부가비트를 던다.).
44. STS−3, STS−9,⋯, STS−192에 대하여 문제 42를 반복하시오.
45. STS−3, STS−9,⋯, STS−192에 대하여 문제 43을 반복하시오.
46. STS−9가 어떻게 다중화되여 STS−36을 창조하는가를 말하시오.
    이런 형태의 다중화에서 추가적인 부가비트가 포함되는가?
    왜 그런가? 또는 왜 아닌가?
47. STS−1프레임의 기간은 얼마인가?
48. STS−3, STS−9,⋯, STS−192의 프레임기간은 얼마인가?
49. STS−1프레임안에서 몇개의 VT1.5가 운반될수 있는가?
50. STS−1프레임안에서 몇개의 VT2가 운반될수 있는가?
51. STS−1프레임안에서 몇개의 VT3이 운반될수 있는가?
52. STS−1프레임안에서 몇개의 VT6이 운반될수 있는가?
53. 사용자가 3Mbps의 속도로 자료를 송신하려고 한다. 어느 VTC(또는 VT조합)가 리용될수 있는가?
54. 사용자가 7Mbps의 속도로 자료를 송신하려고 한다. 어느 VTC(또는 VT조합)가 리용될수 있는가?
55. 사용자가 12Mbps의 속도로 자료를 송신하려고 한다. 어느 VTC(또는 VT조합)가 리용될수 있는가?
56. 어느 VT가 T−1회선과 거의 같은 자료속도인가?
57. 어느 VT 또는 STS가 T−3회선과 거의 같은 자료속도인가?
58. 어떤 회사가 SONET를 리용하여 100개까지의 수자음성을 다중화하려고 한다. 어느 VT(VT조합)가 이 회사에 적합한가?
59. 다음의 장치들을 다 리용하여 SONET망을 그리시오. 모든 회선과 구간, 행로들에 표식을 붙이시오.
    ㄱ) 세개의 STS다중기(두 입구 한 출구)
    ㄴ) 4개의 더하기/떨구기 다중기
    ㄷ) 5개 재생기.

제２１장. 망결합 및 호상망결합장치

자료나 자원을 공유할 목적으로 둘 또는 그이상의 장치가 접속되면 그것은 망이다. 망들을 함께 묶어 놓은것은 단순히 케블을 집선기에 잇는것보다 더 복잡하게 된다. 국부망(LAN)은 자기 매체가 효과적으로 취급할수 있는것보다 더 넓게 포괄하려고 할수도 있다. 또는 국들의 개수가 효과적인 프레임전송이나 망관리에는 너무 클수도 있다. 그리고 망은 보조적으로 분할될수도 있다. 첫 경우에는 반복기 또는 재생기라는 장치가 망에 삽입되여 포괄거리를 증가시킨다. 두번째 경우에 다리라는 장치가 통신량관리를 위하여 삽입된다.

둘 또는 그이상의 망이 자료나 자원을 교환하기 위하여 접속될 때 그것들은 호상망으로 된다. 여러개의 LAN들을 호상망에 련결하는것은 경로조종기와 관문이라는 호상망결합장치를 요구한다. 이 장치들은 망들의 독립적인 기능을 혼란시키지 않고 호상접속의 장애를 극복하도록 설계된다.

호상망은 개별망들의 호상접속이다. 호상망을 창조하기 위하여 경로조종기와 관문등의 호상망결합장치가 필요하다.

소문자 i로 된 internet와 대문자 I로 된 Internet를 혼동하지 말아야 한다. 첫번째것은 망들의 호상접속을 의미하는 일반술어이며 두번째는 전 세계규모의 특정한 망의 이름이다.

internet는 Internet와 다르다.

우에서 언급한바와 같이 망결합 및 호상망결합장치는 4가지 부류로 나누인다. 즉 반복기, 다리, 경로조종기, 관문(그림 21-1). 이 네가지 장치들은 매개가 OSI모형의 각이한 층에서의 규약들과 호상작용한다. 반복기들은 전기신호성분들에 대해서만 작용하며 따라서 물리층에서만 능동이다. 다리는 주소화규약을 리용하며 단일 LAN의 흐름조종에 영향을 줄

그림 21-1. 접속장치들

수 있다. 그것들은 자료련결층에서 가장 능동이다. 경로조종기들은 두개의 서로 다른 그러나 같은 형태의 LAN들사이의 련결을 보장하며 망층에서 가장 능동이다. 마지막으로 관문은 비호환성 LAN들 또는 응용들사이의 변환봉사를 해준다. 이것은 모든 층들에서 능동이다. 이 호상망결합장치들은 웃층에서 가장 능동이고 아래층에서도 동작한다(그림 21-2)

그림 21-2. 접속장치들과 OSI모형

21. 1. 반복기

반복기(또는 재생기)는 OSI모형의 물리층에서만 동작하는 전자장치이다(그림 21-3). 망에서 정보를 나르는 신호들은 감쇠로 인하여 자료의 완결성이 파괴되기전까지 고정된 거리를 이동할수 있다. 련결고리에 설치된 반복기는 신호가 지나치게 약해 지거나 손상되기전에 신호를 받아서 본래 비트패턴을 재생하여 회선에 다시 내보낸다.

그림 21-3. OSI모형에서의 반복기

반복기는 망의 물리적길이를 확장할수 있게 한다. 반복기는 전혀 망의 기능을 변화시키지 않는다(그림 21-4). 반복기에 의하여 접속된 두 구간은 실제상 하나의 망이다. 만일 국

A가 B에 프레임을 보낸다면 모든 국들(C, D포함)은 반복기가 없을 때와 꼭같이 그 프레임을 받을것이다. 반복기는 프레임이 오른쪽으로 넘어 가지 못하게 하지 않는다. 반복기가 있을 때와 없을 때의 차이는 국 C, D가 반복기가 없을 때보다 더 정확한 프레임을 받는것이다.

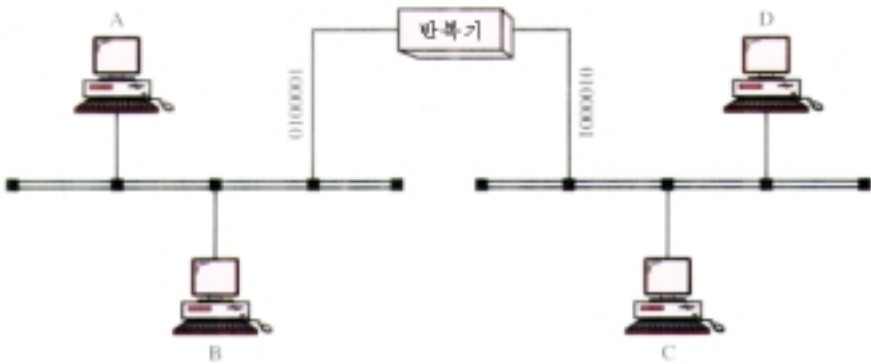



그림 21-4. 반복기

증폭기가 아니다

반복기와 증폭기를 비교해 보려고 할수 있지만 그 비교는 정확하지 못하다. 증폭기는 목적신호와 잡음을 가려 볼수 없다. 그것은 들어 온 모든것을 동일하게 증폭한다. 반복기는 신호를 증폭하지 않으며 재생한다. 그것은 약해 진 또는 손상된 신호를 받으면 비트마다 본래의 세기대로 복사한다.

반복기는 재생기이며 증폭기가 아니다.

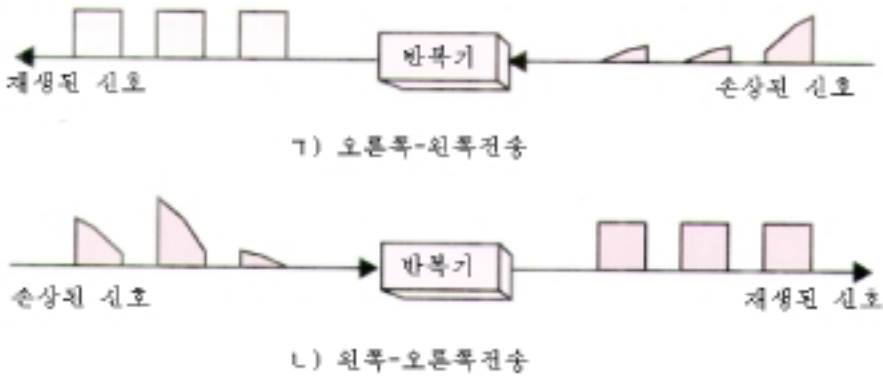



그림 21-5. 반복기의 기능

련결고리에서 반복기의 위치는 절대적으로 중요하다. 반복기는 신호가 잡음의 영향을 받아서 비트의미가 변하기전에 도달할수 있는 위치에 있어야 한다. 약간의 잡음은 비트의 인식성을 파괴하지 않고 비트전압준위의 정확성을 떨굴수 있다(그림 21−5). 그러나 만일 손상된 비트가 더 멀리 전송된다면 축적잡음은 그 의미를 완전히 변화시킬수 있다.

이때는 본래전압이 회복될수 없고 재전송에 의해서만 오유가 교정될수 있다. 신호의 형태가 손실되기전에 회선에 반복기를 설치하면 충분히 유효전압을 결정하고 본래의 형태로 재생하여 신호를 충분히 잘 읽을수 있다.

21. 2. 다리

다리는 OSI모형의 물리층과 자료련결층에서 다 동작한다(그림 21−6). 다리는 큰 망을 보다 작은 토막으로 나눌수 있다(그림 21−7). 그것들은 또한 두 LAN들사이에서 프레임을 중계할수 있다. 그러나 반복기와 달리 다리는 매개 토막부분에 대한 통신량을 유지할수 있도록 하는 어떤 론리를 포함한다. 이런 방식에서 그것들은 통신량을 려과한다. 즉 혼잡을 조종하고 문제성의 련결을 분리시키는데 그것들을 리용할수 있다. 다리는 이런 통신량분할을 통하여 안정성을 보장할수도 있다.

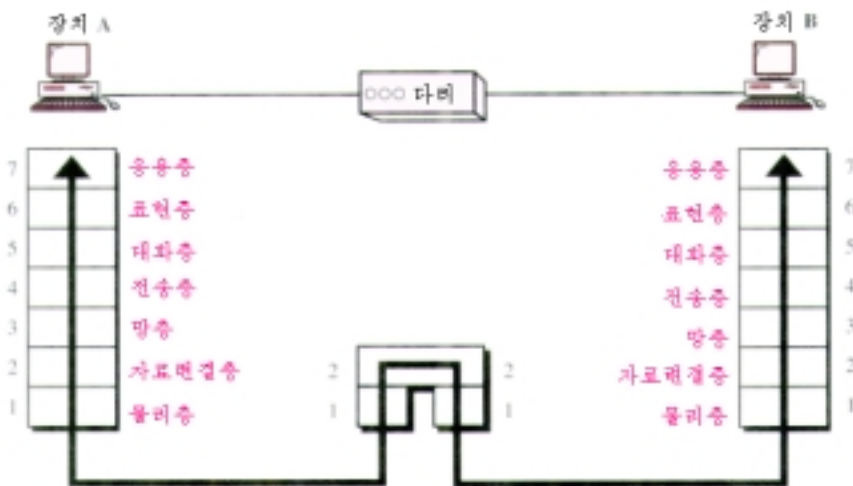



그림 21−6. OSI모형에서의 다리

다리는 자료련결층에서 동작하는데 거기에 접속된 모든 국들의 물리주소에 접근하게 된다. 한 프레임이 다리에 들어 갈 때 그 다리는 신호를 재생할뿐아니라 목적지의 주소를 검사하고 그 주소가 속하는 토막에만 새로운 복사를 전송한다. 다리가 어떤 파케트를 만나면 그것은 그 프레임에 포함된 주소를 읽고 그 주소를 두 토막의 모든 국들의 표와 비교한다. 표에서 맞는것이 있으면 그것은 그 국이 어느 토막에 속하는가를 알게 되며 그 토막에만 파케트를 중계한다.

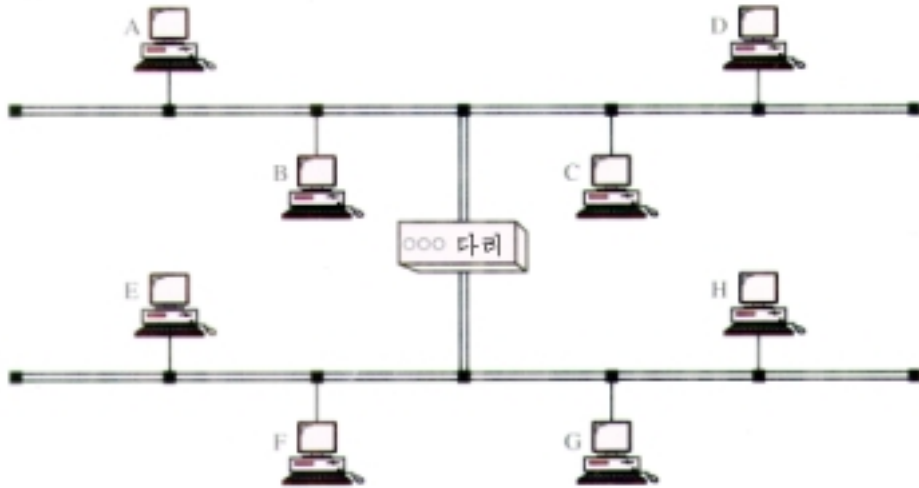



그림 21-7. 다리

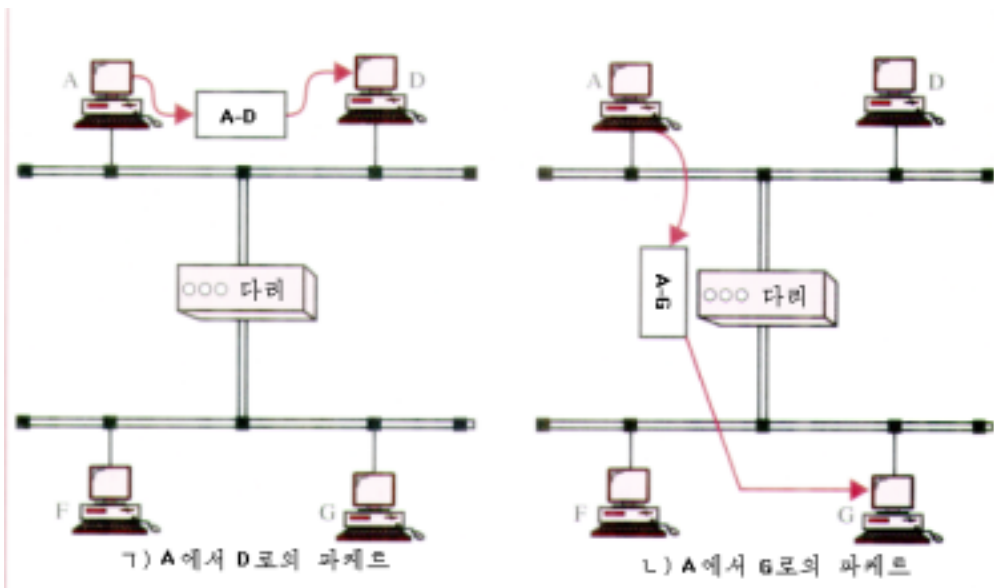



그림 21-8. 다리의 기능

실례로 그림 21-8에는 다리로 이어 진 두 토막을 보여 준다. 국 A에서 D로 주소화된 파케트는 다리에 도달한다. 국 A는 D와 같은 토막우에 있다. 그러므로 파케트는 아래쪽 토막으로 지나가는것이 금지된다. 대신에 파케트는 전체 웃쪽 토막으로 중계되며 국 D가 수신한다.

그림 21-8 ㄴ)에서는 국 A에서 발생된 한 파케트가 국 G를 목표로 하고 있다. 다리는 그 파케트가 지나가게 하며 그것을 전체 아래쪽 토막으로 중계한다. 여기서 그것을 국 G가 수신한다.

다리의 형태

두 토막사이를 선택하기 위하여 다리는 거기에 접속된 모든 국들의 물리주소를 포함한 탐색표를 가지고 있어야 한다. 그 표는 매개 국들이 어느 토막에 속하는가를 지적한다.

단순다리

단순다리는 가장 원시적이며 최소 비용의 다리이다. 단순다리는 두 토막을 련결하며 거기에 포함된 모든 국들의 주소를 기입한 표를 가지고 있다. 그것이 원시적이라고 하는 것은 이 주소들이 수동적으로 기입되여야 하기때문이다. 단순다리가 리용되기전에 조작수는 매개 국의 주소를 입구시켜야 한다. 새국이 첨가되면 표는 변경되여야 한다. 만일 국이 제거된다면 그 부당한 주소도 지워 져야 한다. 그러므로 단순다리에 포함된 론리는 통과/불통과이며 이런 구성형식으로 하여 단순다리는 간단하고 제작비용이 눅다. 단순다리의 설치와 유지는 시간소비가 많고 잠재적으로 비용절약은 있으나 품이 많이 든다. 다중포구다리는 둘이상의 LAN을 접속하는데 리용될수 있다(그림 21-9). 이 그림에서 다리는 세개의 표를 가진다. 매개는 대응하는 포구를 통하여 도달할수 있는 국들의 물리주소를 가지고 있다.

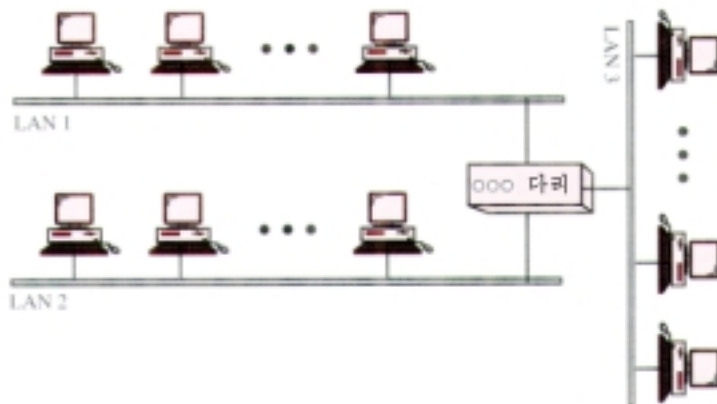



그림 21-9. 다중포구다리

투명한 다리

투명한 또는 학습하는 다리는 자기의 다리기능을 수행할 때 국들의 주소표를 자체로 만든다. 처음 투명다리가 설치될 때 그것의 표는 비여 있다. 그것이 한개 파케트를 만나면 목적과 원천주소를 다 읽는다. 목적주소를 검사하여 그 파케트를 어디로 보낼것인가를 결심한다. 만일 그것이 아직 목적주소를 인식하지 못한다면 그 파케트를 량쪽토막에 다 중계한다. 투명다리는 원천주소를 리용하여 자기의 표를 만든다. 원천주소를 읽을 때 그것은 파케트가 어느 쪽에서 왔는가를 주목하고 그 주소를 그것이 속한 토막에 련관시킨다. 실례로 그림 21-8

의 다리가 투명다리라면 A와 G에 파케트를 보낼 때 A에서 오는 파케트가 웃쪽 토막에서 온다는것을 학습하며 A가 웃토막에 위치한다는것을 알아 낸다. 그 다리가 A로 주소화된 파케트들을 만나면 그것들이 웃토막으로만 중계되여야 한다는것을 안다. 모든 국들이 송신한 첫 파케트로서 다리는 그 국과 관련된 토막을 학습한다. 결국 그것은 그 국주소와 각각의 토막을 기억기에 기억시켜 표를 완성한다.

이 표가 완성된 다음에는 이 과정을 계속함으로써 투명다리는 자체갱신한다. 국 A쪽의 사람이 G쪽의 사람과 업무거래를 한다고 하자. 그들은 둘다 콤퓨터(NIC를 포함한)를 가지고 있다. 갑자기 두쪽에서 기억된 토막주소들이 잘못되였다. 그러나 다리는 계속 수신파케트들의 원천주소를 검사하기때문에 국 A로부터의 파케트는 웃토막에서 오며 G로부터의 파케트는 아래 토막에서 오고 있다는것을 알게 되며 따라서 자기 표를 갱신한다.

경간나무알고리듬 다리는 보통 여유있게 설치되며 이것은 국 LAN이 여러 다리를 거쳐 접속될수 있다는것을 의미한다. 이 경우에 다리들이 투명다리라면 순환이 일어 날수 있다는것을 의미한다. 즉 파케트들은 한 LAN에서 다른 LAN으로, 또 그 반대로 계속 빙빙 돌아 갈수 있다. 이런 상태를 피하기 위하여 오늘날의 다리는 경간나무알고리듬이라는것을 리용한다. 이런 상태와 경간나무알고리듬에 대해서는 부록 I를 보면 알수 있다.

원천경로조종 여러 다리로 련결된 LAN에서 순환을 방지하는 또 하나의 해결방법은 원천경로조종이다. 이 방법에서 파케트의 원천은 목적지에 도달하기전에 파케트가 지나가야 할 다리와 LAN들을 규정한다.

여러 LAN들을 접속하는 다리

리론적으로 다리는 이써네트 LAN대통표고리 LAN과 같이 서로 다른 자료련결층규약을 리용하는 LAN들을 접속할수 있을것이다. 그러나 고찰되여야 할 문제점들이 많다. 그중 몇개를 보기로 하자.

- **프레임형식** 여러 LAN들에서 보내는 프레임은 각이한 형식을 가진다(이써네트프레임과 통표고리프레임을 비교하시오).
- **유효전송량크기** 한 프레임에 교갑화할수 있는 자료의 크기는 규약마다 다르다(이써네트프레임의 최대 유효전송량크기와 통표고리의것을 비교하시오.)
- **자료속도** 각각의 규약들은 자료속도가 각이하다(이써네트에서 10Mbps, 통표고리에서 16Mbps). 따라서 다리는 프레임을 완화시켜서 이 차이를 보상해야 한다.
- **주소비트순서** 주소비트와 순서는 규약마다 같지 않다. 실례로 다리는 이써네트 LAN과 통표고리 LAN을 접속시킬 때 주소를 반전시켜야 한다.
- **기타 문제** 기타(확인, 충돌, 우선권 등) 해결되여야 할 문제들이 있다. 이것은 한쪽 LAN규약의 부분이며 다른쪽은 아닐수 있다.

그러나 오늘 이 모든 문제는 취급할수 있는 다리들이 있으며 한가지 형태의 LAN을 다른 형태의 LAN에 접속시킬수 있다.

21. 3. 경로조종기

경로조종기와 다리는 특정의 과제를 수행하는 단순한 하드웨어장치이다. 경로조종기는 보다 고급하다. 그것들은 망층주소에 접근하며 그 주소들사이의 가능한 행로들중 어느것이 특정의 전송에 가장 좋은가를 결정하도록 하는 쏘프트웨어를 포함한다. 경로조종기는 OSI모형의 물리층, 자료련결층, 망층에서 동작한다(그림 21-10).

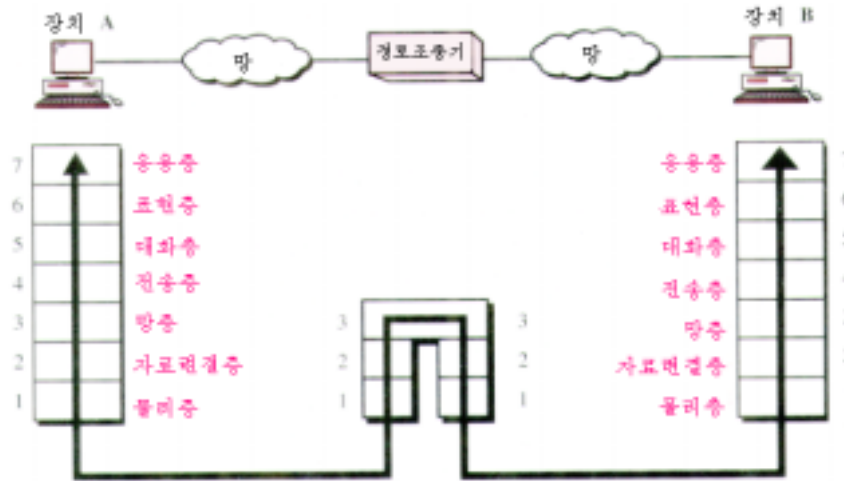



그림 21-10. OSI모형에서 경로조종기

경로조종기들은 여러개의 호상접속된 망들사이에서 파케트를 중계한다. 그것들은 한개의 망으로부터 호상망의 여러 목적망들에로 파케트를 경로조종한다. 그림 21-11은 다섯개 망의 가능한 호상망결합을 보여 준다.

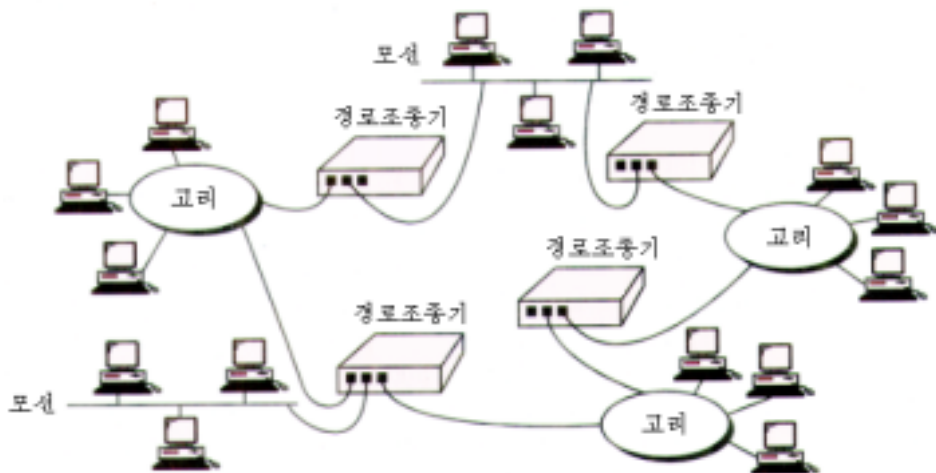



그림 21-11. 호상망에서 경로조종기

어느 한 망의 국에서 린접망의 국으로 보낸 파케트는 우선 공동으로 소유되는 경로조종기에로 가며 거기서 목적망으로 전송된다. 만일 송신 및 수신망 둘다에 접속된 경로조종기가 없다면 송신경로조종기는 파케트를 자기에게 접속된 망들중 하나를 통하여 최종 목적지방향의 다음 경로조종기에 전송한다. 그 경로조종기는 또 그 행로의 다음 경로조종기에 전송하는 등 목적지에 도달될 때까지 계속한다.

경로조종기는 망에서 국처럼 작용한다. 그러나 오직 한개 망의 성원으로 되는 대부분 국과는 달리 경로조종기는 동시에 여러 망의 주소, 여러 망에 대한 련결고리를 가진다. 가장 단순한 기능으로는 하나의 접속된 망에서 파케트를 두번째 접속망으로 지나보내는것이다. 그러나 수신된 파케트가 그 경로조종기가 성원으로 되지 않는 다른 망의 마디에로 주소화된다면 그것은 자기에게 접속된 망중 어느것이 그 파케트에 대하여 가장 좋은 다음의 중계점인가를 결정할수 있다. 일단 경로조종기가 그 파케트가 전송될 최량경로를 식별하면 적당한 망을 따라 다른 경로조종기로 파케트를 통과시킨다. 그 경로조종기는 목적주소를 검사하고 파케트와 최량경로를 찾아서 목적지망으로 보내거나(그것이 린접이라면) 린접망을 지나 선택된 행로의 다음 경로조종기로 보낸다.

경로조종개념

아는바와 같이 경로조종기의 과제는 파케트를 여러 망들을 통하여 전송하는것이다. 실례로 파케트를 망 A에서 C에로 경로조종기(망) B를 통하여 보내려고 한다고 하자. 그러나 흔히 시발점과 목적점사이에는 여러개의 행로가 존재한다. 실례로 파케트는 경로조종기 B대신 경로조종기 D를 통하여 망 C에 도달할수 있다. 또는 A에서 C로 직접 갈수도 있다. 여러개의 선택이 있을 때는 경로조종기가 행로를 선택한다.

최소비용경로조종

그러나 어느 행로가 선택되는가? 최소비용경로조종의 판단은 효률에 기초한다. 즉 가능한 행로중 어느것이 가장 눅으며 망결합방법론적으로 가장 짧은가에 기초한다. 매개 련결고리마다 값이 배당되며 특정경로의 길이는 요소련결고리값들의 총계와 같다. 여기서 가장 짧다는 말은 규약에 따라 두가지 의미일수 있다. 첫째로는 이것이 최소수의 중계 또는 반사를 요구하는 경로를 의미한다. 실례로 A-B-C-D의 실제 경로길이가 A로부터 D까지의 직접련결거리와 같거나 더 짧다고 해도 A-D경로가 더 짧은것으로 고찰될수 있다. 둘째로는 가장 짧다는것은 가장 빠르다, 가장 눅다, 가장 믿음직하다, 가장 안전하다 혹은 특정의 련결고리(또는 련결고리 조합)가 다른것보다 더 인기적으로 되게 하는 기타 질적측면의 최량을 의미한다. 보통 가장 짧다는 이 모든것의 조합을 의미한다.

경로조종에서 술어《가장 짧다》는 최소길이, 가장 눅은것, 가장 빠른것, ㄱ 장 믿음직한것 등의 많은 인자들의 조합을 의미할수 있다.

가장 짧다가 최소의 중계수를 요구하는 행로를 의미한다면 그것은 반사계수경로조종이라고 한다.여기서 매개 련결고리는 값이 1로서 같은 길이로 고찰된다. 동일련결값은 반사계수경로조종을 단순하게 만든다. 한개 반사경로는 항상 1, 두개 반사경로는 항상 2 이다. 경로는 련결고리가 리용불가능해 질 때만 갱신을 요구한다. 그 경우 련결의 값은 무한대로 되며 교체물이 탐색된다. 반사계수알고리듬은 보통 한개 경로조종기가 알고 있는 경로를 15개 반사이내의 경로들로 제한한다. 특정의 요구를 가지는 전송률에 대하여(실례로 매우 안전한 회선을 요구하는 군사통신) 특정의 반사계수알고리듬이 개별적요구대로 만들어 질수 있다. 이러한 경우에 어떤 련결고리들은 값이 1이고 다른것들은 보다 눅은값을 가질것이며 피해 질수도 있다. Novell, AppleTalk, OSI 및 TCP/IP규약들은 모두 경로조종알고리듬의 기초로서 반사계수를 리용한다.

다른 규약들은 련결고리에 값을 배정하기전에 련결고리의 기능평가에 적당한 몇개의 망들을 고려한다. 이 량들은 속도, 통신량혼잡, 련결고리매체(전화회선, 위성전송들) 등이다. 특정의 련결고리에 대하여 적당한 인자들이 모두 조합되면 련결고리의 값이나 길이를 표시하는 수자가 나온다. 이 수자는 효과성평가이며 물리적거리가 아니다. 즉 련결고리의 기호적길이이다.

> 련결고리에서 영향인자를 다 조합하여 련결고리의 기호적길이라는 한개의 수자를 만든다.

어떤 규약들에서 망의 매개 련결고리는 망에 중요하다고 생각되는 모든 량들에 기초하여 길이가 배당된다. 만일 두 경로조종기사이의 련결이 반2중방식 또는 전2중방식(두 갈래 통신량)이라면 그 련결고리의 길이는 방향에 따라 다를수 있다. 신호들이 전송되는 실제적거리는 변하지 않지만 통신량부하나 케블의 질 등의 인자들이 다를수 있다. 반사계수경로조종로서 어느 경로가 최량인가 하는 판단은 주어 진 행로가 리용하는 매개 고리의 길이를 합하여 계산된 최소길이에 기초한다. 반사계수경로조종에서 모든 3반사행로들은 총길이가 3이며 2반사행로보다 더 길다. 그러나 각기의 련결고리들이 다른 길이로 배당될 때 3반사길이의 총 길이는 2반사고리의 길이보다 짧은것으로 판정될수도 있다.

비적응과 적응경로조종

경로조종은 비적응과 적응으로 분류된다.

비적응경로조종 어떤 경로조종규약에서 목적지까지의 행로가 일단 선택되면 경로조종기는 그 한 경로를 따라서 목적지에 모든 파케트를 보낸다. 다른 말로 경로조종판단은 조건이나 위상구조에 기초하여 진행되지 않는다.

적응경로조종 다른 경로조종규약들은 적응경로조종기술을 리용한다. 여기서 경로조종기는 매개 파케트에 대하여(지어는 같은 전송에 속하는 파케트들) 망조건과 위상구조의 변화에 대응하여 새로운 경로를 선택할수 있다. 망 A에서 D로 전송이 주어 지면 경로조종기는 첫 파케트를 망 B의 길로, 두번째 파케트는 망 C의 길로, 세번째 파케트는 망 Q

의 길로 보낼수 있다. 이것은 어느 경로가 그 순간에 최대효률인가에 따라 간다.

파케트수명

경로조종기가 일단 행로를 선택하면 그 행로의 다음 경로조종기로 파케트를 보내고 그것에 대하여 잊어 버린다. 그러나 다음 경로조종기는 같은 행로를 선택할수도 있고 다른 행로가 더 짧다고 판단하고 파케트를 그 방향의 다음 경로조종기에 중계할수 있다. 이렇게 책임을 단거리련락하는식으로 하면 매개 경로조종기가 작은 론리를 포함하게 하고 프레임에 포함되여야 하는 조종정보량을 최소로 유지하며 매개 련결고리의 최근 평가에 기초한 경로조정을 허용한다. 그것은 또한 실제로 목적지에 도달하지 못하고 파케트가 경로조종기에서 경로조종기로 떠돌아 다니는 무한순환 또는 되돌이에 빠지게 할 가능성을 주기도 한다.

순환과 되돌이는 경로조종기가 자기 경로조종표를 갱신하고 그다음 수신경로조종기가 자기 벡토르를 갱신하기전에 새로운 행로에 기초하여 파케트를 중계할 때 일어 날수 있다. 실례로 A는 C까지의 최소경로가 B를 통하는것이라고 믿으며 그에 따라 파케트를 중계한다. B가 파케트를 받기전에 그것은 C까지의 련결고리가 금지된다는것을 알게 된다. B는 자기 벡토르를 갱신하고 C까지의 최소경로가 A를 통하는것이라는것을 알아 낸다. 그 파케트는 다시 A로 되돌아 간다. A는 아직 B−C고리에 대한 정보를 받지 못했으며 여전히 B를 통해서 C로 가는것이 가장 좋다고 믿는다. 그 파케트는 B에로 중계된다. B는 다시 A로 중계한다. 이런 부류의 문제는 련결상태알고리듬보다 거리벡토르알고리듬을 리용하는 체계들에서 더 많다(전자는 갱신된 파케트를 후자보다 더 자주 보낸다(21.6절의《경로조종알고리듬》을 참고).

순환과 되돌이에 의하여 생긴 이 문제는 잃어 진 파케트문제 즉 전송의 발신자와 수신자의 자료련결기능이 잃어 진 파케트를 보고 하고 새로운것으로 교체하는 문제와 근본적으로 다르다. 이 문제는 영원히 파케트를 순환시키는 처리가 망자원을 리용하고 혼잡을 증가시키는것이다. 순환하는 파케트들은 식별하고 파괴시켜서 고리를 적당한 통신량으로 보장해 주어야 한다.

그 해결방안은 파케트수명 또는 보존시간(TTL)이라는 파케트마당을 첨가하는것이다. 매개 파케트는 그것이 발생될 때 수명이 표시된다. 보통 파케트가 잃어 진것(따라서 파괴된것)으로 고찰되기전까지 허용되는 반사회수이다. 매 경로조종기는 파케트를 만날 때 그 값을 하나 덜어 내고 통과시킨다. 수명총계가 0으로 되면 그 파케트는 파괴된다.

21.4. 관문

관문은 잠재적으로 OSI모형의 7개 층에서 다 동작한다(그림 21−12). 관문은 규약변환기이다. 경로조종기 그자체는 류사한 규약들을 리용하여 망사이로 파케트를 중계한다. 한편 관문은 한 규약(실례로 AppleTalk)에 대하여 형식화된 파케트를 받아서 전송하기전에 다른 규약(실례로 TCP/IP)으로 변환한다.

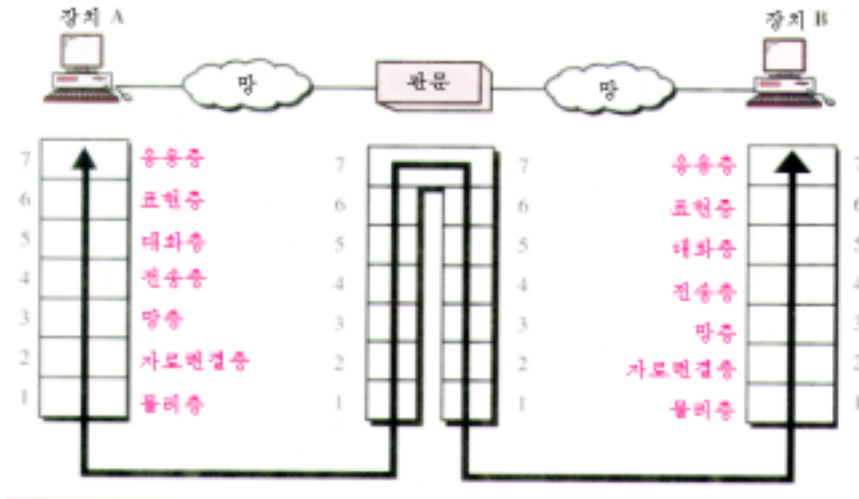



그림 21-12. OSI모형에서 관문

관문은 일반적으로 경로조종기안에 설치된 쏘프트웨어이다. 관문은 그 경로조종기에 련결된 매개 망이 리용하는 규약들을 리해하며 그것을 변환할수 있다. 어떤 경우에는 필요한 변경이 머리부와 꼬리부만일수 있고 또 어떤 경우에는 관문이 자료속도와 크기, 형식을 조절해야 한다. 그림 21-13은 SAN망(IBM)을 Netware망(Novell)에 접속시키는 관문을 보여 준다.

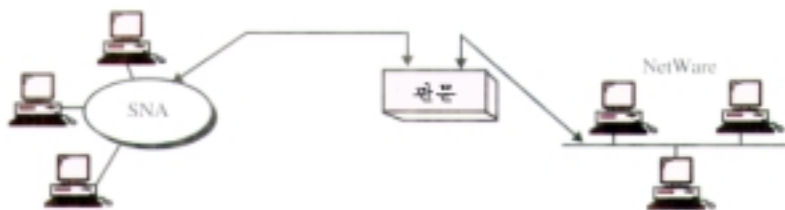



그림 21-13. 관문

21. 5.기타 장치들

이 절에서는 망들을 접속시키는데 리용되는 기타 장치들을 간단히 정의한다.

다중규약경로조종기

망층에서 경로조종기는 기정의 단일규약장치이다. 다른 말로 두개 LAN이 경로조종기를 통하여 접속된다면 그것들은 망속에서 같은 규약을 리용해야 한다. 실례로 둘다 IP(인터네트의 망층규약)나 IPX(Novell의 망층규약)를 리용해야 한다.

그러나 다중규약경로조종기는 둘이상의 규약에 속하는 파케트를 경로조종하도록 설계되였다. 실례로 두 규약경로조종기(IP, IPX)는 두 규약중 어느쪽에 속하는 파케트도 취급할수 있다. 그것은 IP규약을 리용하는 파케트를 수신, 처리, 송신할수 있다. 이 경우에 경로조종기는 두개의 경로조종표를 가진다. 즉 하나는 IP, 다른 하나는 IPX에 대한것이다. 물론 경로조종기는 다른 규약들에 기초한 파케트는 경로조종할수 없다. 그러나 그림 21-14는 다중규약경로조종기의 상태를 보여 준다.

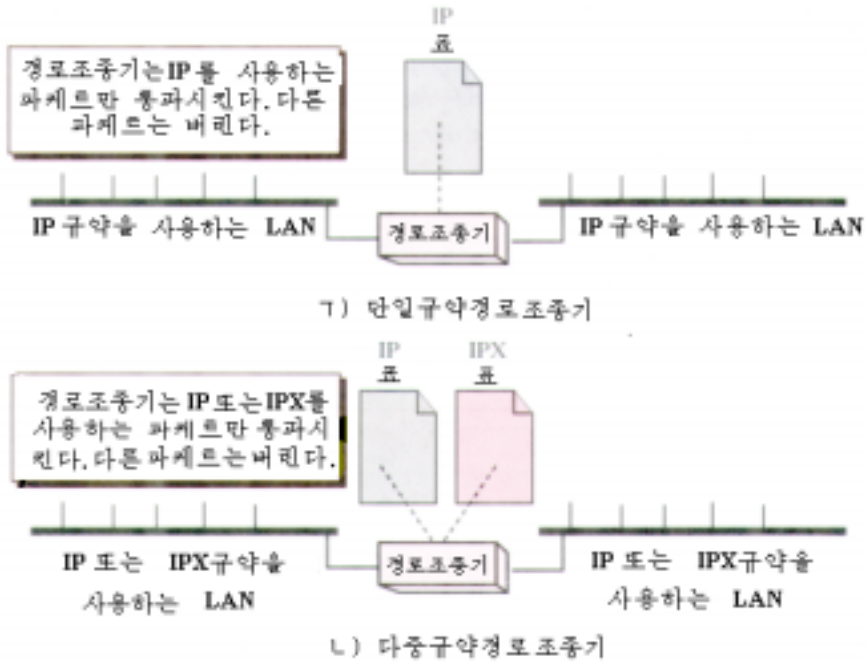



그림 21-14. 단일규약과 다중규약경로조종기

다리경로조종기

다리경로조종기(다리/경로조종기)는 때때로 다리로 작용하고 때로는 경로조종기로 작용하는 단일규약 또는 다중규약경로조종기이다.

단일규약다리경로조종기가 그것을 위하여 설계된 규약에 속하는 파케트를 수신하면 그것은 망층주소에 기초하여 파케트를 경로조종한다. 그렇지 않으면 그것은 다리로 작용하며 자료련결층 주소를 리용하여 파케트를 통과시킨다.

다중규약다리경로조종기가 그것을 위하여 설계된 어느 한 규약에 속하는 파케트를 받을 때 그것은 망층주소에 기초하여 파케트를 경로조종한다. 아니면 다리로 작용하여 자료련결층주소를 리용하여 파케트를 넘겨 보낸다. 그림 21-15는 다리경로조종기의 개념을 보여 준다.

교환기

전통적으로 교환기는 보다 높은 효과를 가진 기능다리를 보장하는 장치이다. 앞에서 본 바와 같이 교환기는 다중포구다리로 작용하여 LAN안에서 장치나 토막들을 접속시킬수 있다. 교환기는 보통 그것이 접속된 매개 고리에 대하여 완충기를 가지고 있다. 그것이 파케트를 수신하면 수신고리완충기에 기억시키고 그 주소를 검사하여(때때로 CRC도 검사) 출구고리를 찾는다. 만일 출구련결고리가 한가하면(충돌기회가 없음) 교환기는 프레임을 특정의 련결고리로 내보낸다.

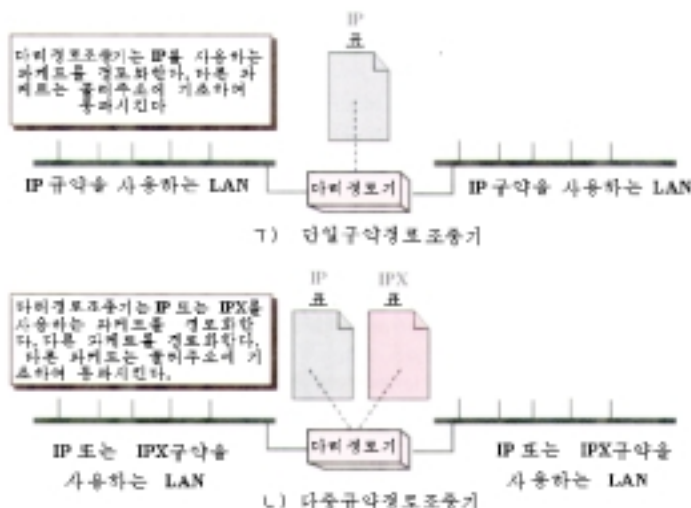



그림 21-15. 다리경로조종기

교환기는 두가지 전략에 기초하여 만들어 진다. 즉 저축-전송과 빠져나가기이다. 저축-전송교환기는 전체 파케트가 도착할 때까지 프레임을 입구완충기에 저축한다. 빠져나가기교환기는 한편 목적주소가 수신되면 곧 파케트를 출구완충기로 전송한다. 그림 21-16은 교환기의 개념을 보여 준다. 프레임이 포구 2에 도착하면 완충기에 기억된다. CPU와 조종장치는 프레임의 정보를 리용하며 교환표를 참고하여 출구포구를 찾는다. 그다음 프레임은 포구 5로 가서 송신된다.

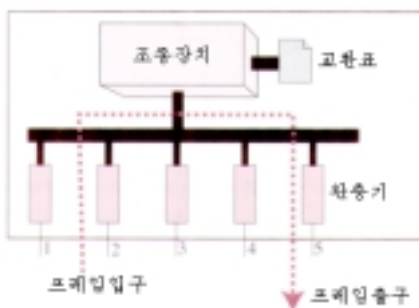



그림 21-16. 교환기

경로조종교환기

경로조종기와 다리의 조합인 새 세대교환기가 최근에 시장에 출현하였다. 이 경로조종교환기는 망층목적주소를 리용하여 파케트가 전송되여야 할 출구련결고리를 찾는다. 이 과정은 일반경로조종기에서 망층쏘프트웨어가 다음 국의 망주소만을 찾고 이 정보를 자료련결층쏘프트웨어에 넘겨서 출구련결고리를 찾기때문에 보다 빠르다.

21.6. 경로조종알고리듬

초기에 설명한바와 같이 경로조종할 때 최저비용을 가진 행로가 가장 좋은것으로 고찰된다. 매개 련결고리의 비용이 알려 진 한 경로조종기는 임의의 전송에 대하여 최량조합을 찾을수 있다. 이 계산을 위하여 몇가지 경로조종알고리듬이 존재한다. 가장 일반적인것은 거리벡토르경로조종과 련결상태경로조종이다.

두 경로조종기사이의 최소행로를 계산하기 위하여 두가지 일반방법이 리용된다. 즉 거리벡토르경로조종과 련결상태경로조종이다.

21.7. 거리벡토르경로조종

거리벡토르경로조종에서 매개 경로조종기는 주기적으로 전체 망에 대한 지식을 린접끼리 공유한다. 어떻게 알고리듬이 동작하는가를 리해하는 세가지 열쇠는 다음과 같다.

1. **전체 망에 대한 지식** 매개 경로조종기는 전체 망에 대한 지식을 공유한다. 그것은 망에 대하여 자기가 수집한 모든 지식을 린접에 보낸다. 최초에 망에 대한 경로조종기의 지식은 희박할수 있다. 그러나 그것이 얼마나 많이 아는가는 중요하지 않으며 그것을 가지고 있는것을 아무것이나 송신한다.
2. **린접에만 경로조종** 매 경로조종기는 주기적으로 망에 대한 지식을 그와 직접련결된 경로조종기들에 보내준다. 그것은 모든 포구를 통하여 전체 망에 대한 지식을 무엇이든 보낸다. 이 정보를 매개 린접경로조종기가 수신하며 유지한다. 그리고 그것을 리용하여 경로조종기들이 망에 대한 정보를 갱신한다.
3. **규칙적인 기간에서 정보공유** 실례로 매 30s마다 경로조종기들은 자기의 망정보를 린접들에 송신한다. 이 공유는 정보가 교환된 때로부터 망이 변화되든 안되든 일어난다.

거리벡토르경로조종에서 매 경로조종기는 주기적으로 자기의 망지식을 린접들과 공유한다.

정보공유

거리벡토르경로조종이 어떻게 동작하는가를 리해하기 위하여 그림 21-17에 보여 준 호상망을 검토하자. 이 실례에서 구름들은 국부망(LAN)들을 표시한다. 매개 구름안의 수자는 LAN의 식별자이다. 이 LAN들이 임의의 형태(이써네트, 통표고리, FDDI 등)일수 있다. LAN들은 경로조종기들로 접속되며 경로조종기는 A, B, C, D, Z, F 문자가 붙은 통으로 표식되였다.

거리벡토르경로조종은 매개 련결고리에 단위비용을 가정함으로써 경로조종파정을 단순하게 한다. 이 방식에서 전송효률은 목적지에 도달하는데 요구되는 련결고리수만의 함수로 된다. 거리벡토르경로조종에서 비용은 반사계수에 기초한다.

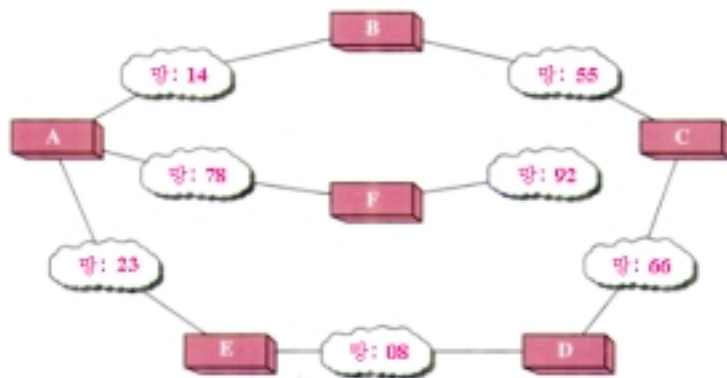



그림 21-17. 호상망의 실패

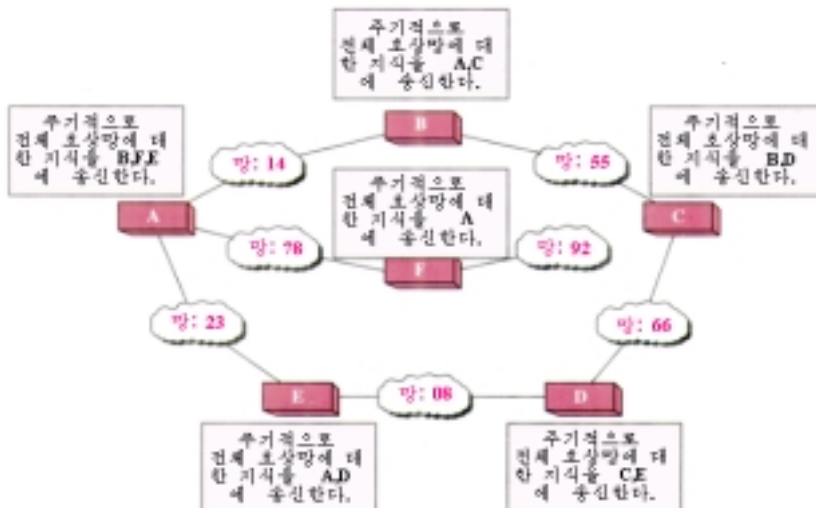



그림 21-18. 거리벡토르 경로조종의 개념

그림 21-18은 알고리듬에서 첫 단계를 보여 준다. 본문칸은 그림 21-17에서의 경로조종기들과 린접들과의 관계를 나타낸다. 보는바와 같이 매 경로조종기는 자기의 호상망정보를 자기 린접들에게만 보낸다. 그러면 린접이 아닌 경로조종기들은 어떻게 다른것들에 대하여 학습하며 지식을 공유하는가?

경로조종기는 자기 지식을 린접들에 보낸다. 린접들은 이 지식을 자기의것에 더하여 그것을 자기의 린접들에 보낸다. 이런 방법으로 첫 경로조종기는 자기의 정보와 하나건너 린접들에 대한 새 정보를 합하게 된다. 이 매개 린접들은 자기의 지식을 첨가하고 갱신된 표를 자기 린접들에게 보낸다(본래 경로조종기의 두번 건너 린접들에). 결국 매개 경로조종기는 호상망의 모든 경로조종기들에 대하여 알게 된다.

경로조종표

매개 경로조종기는 호상망의 초기정보를 어떻게 얻으며 어떻게 공유정보를 리용하여 그 지식을 갱신하는가를 고찰하자.

표창조

첫 시작시 망에 대한 경로조종기의 지식은 희박하다. 그것이 알고 있는것은 몇개의 LAN에 접속되였다는것이 전부이다. 경로조종기는 매개 LAN에 대하여 한개의 국이기때문에 그것은 매개 국의 ID를 알고 있다. 대부분 체계에서 국포구 ID와 망 ID는 같은 앞붙이를 공유한다. 그러므로 경로조종기는 자기의 론리주소를 검사하여 그것이 어느 망에 접속되였는가를 알수 있다(경로조종기는 접속포구에 대하여 많은 론리주소를 가진다.). 이 정보는 초기의 경로조종표를 구축하는데 충분하다(그림 21-19).

망 ID	비용	다음반사
....	....	....
....	....	....
....	....	....
....	....	....
....	....	....

그림 21-19. 거리벡토르경로조종표

경로조종표는 적어도 세가지 형태의 정보에 대한 렬을 가진다(어떤 규약들은 그이상이다.). 즉 망 ID, 비용, 다음 경로조종기의 ID이다. 망 ID는 파케트의 최종목적지이다. 비용은 파케트가 도착하기 위하여 걸쳐야 하는 반사수이다. 다음 경로조종기는 일정한 목적지까지의 행로상에서 파케트가 전송되여야 할 경로조종기이다. 표는 경로조종기가 Z 경계를 통하여 Y망에 도달하기 위하여 X만한 비용이 든다는것을 말해 준다. 초기경로조종표를 그림 21-20에 보여 주었다. 이 시점에서 세번째 렬은 식별된 목적망들이 현재 경로조종기에 부속된것들이기때문에 비여 있다. 다중반사목적지가 식별되지 않았으며 따라서 다음 경로조종기들도 식별되지 않았다. 이 기초표들은 린접들에 보내진다(그림에서 화

살표로 보여 준다). 실례로 A는 자기의 경로조종표를 B와 F, B에, E는 C와 A에 보낸다.

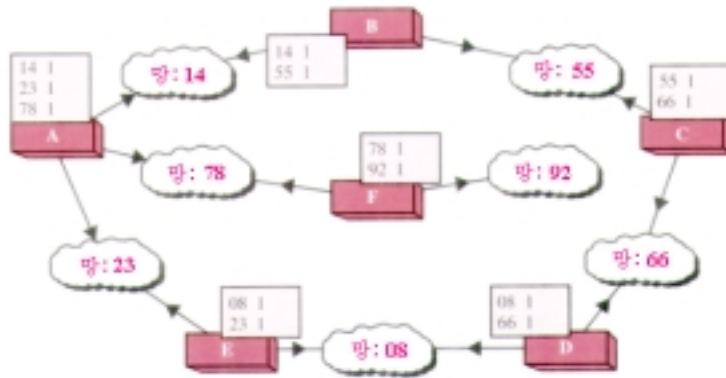



그림 21-20. 거리벡토르경로조종에서 경로조종표분포

표갱신

A가 B로부터 경로조종표를 받으면 그 정보를 리용하여 자기 표를 갱신한다(그림 21-21). 그것은 다음과 같이 말한다. 《B는 나에게 자기 파케트가 망 55와 14로 어떻게 갈수 있는가를 보여 주는 표를 보냈다. 나는 B가 나의 린접임을 안다. 그래서 나의 파케트는 한번의 반사로 B에 도달할수 있다. 그래서 내가 B의 표에 있는 비용에 한개의 반사를 더해 주면 그 결과는 다른 망들에 도달하기 위한 나의 비용으로 될것이다.》 그러므로 A는 매개 기입된 비용에 1을 더해서 B의 표에서 보여 준 정보를 조정한다. 그것은 그다음 이 표를 자기것과 조합하여 새로운 보다 종합적인 표를 창조한다.

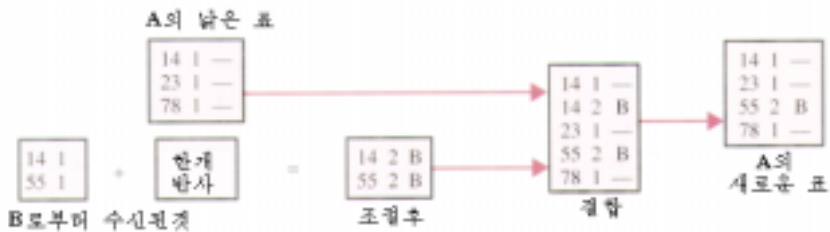



그림 21-21. 경로조종기 A에 대한 경로조종표갱신

이 조합된 표는 어떤 망목적지들에 대하여 중복자료를 포함할수도 있다. 경로조종기 A는 임의의 중복을 찾아서 제거하며 최소비용을 보여 주는것들만 유지한다. 실례로 그림 21-21이 보여 준바와 같이 경로조종기 A는 망 14에 두 길로 파케트를 보낼수 있다. 첫번째는 다음 경로조종기가 없는것인데 한번 반사비용이 든다. 두번째는 경로조종기 B를 통하는것이고 두번 반사가 필요하다(A-B, B-14). 첫번째가 비용이 더 작으면 유지되고 두번째는 버린다. 이 선택과정은 비용렬에 대한것이다. 비용은 같은 목적지까지의 여러 경로들중 한 경로

를 선택할수 있게 한다.

이 과정은 모든 경로조종기들에 대하여 계속된다. 모든 경로조종기가 린접으로부터 정보를 받고 자기 경로조종표를 갱신한다. 더이상 변화가 없다면 최종표는 그림 21-22에서처럼 될수 있다.

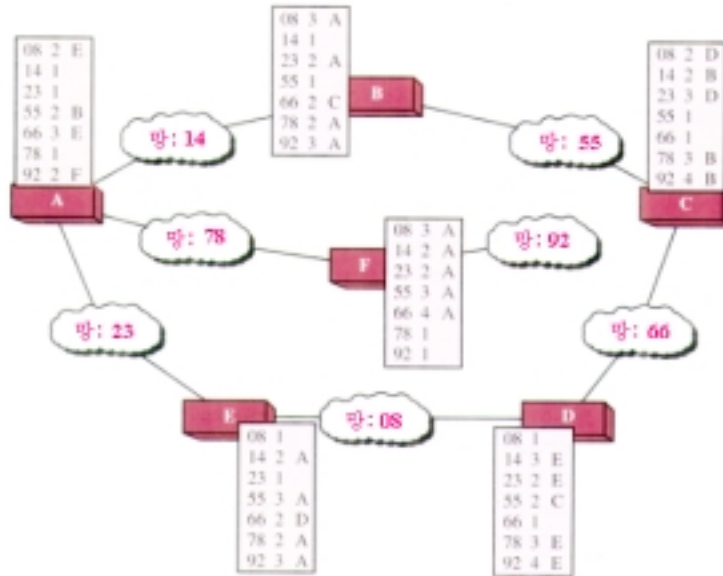



그림 21-22. 최종경로조종표

갱신알고리듬

갱신알고리듬은 경로조종기가 우선 확정된 매개 경로에 대하여 반사계수마당에 1을 더하도록 한다. 경로조종기는 그다음 매개 확정된 경로에 다음의 규칙을 적용한다.

1. 만일 공시된 목적지가 경로조종표에 없다면 경로조종기는 공시된 정보를 그 표에 첨가해야 한다.
2. 공시된 목적지가 경로표에 있을 때
   ㄱ) 다음 반사마당이 갈다면 경로조종기는 그 표의 기입점을 공시된것으로 교체해야 한다. 공시된 반사계수가 더 크다 해도 공시된 기입점표의것과 교체되여야 한다. 왜냐하면 새 정보가 더 타당하기때문이다.
   ㄴ) 다음반사마당이 같지 않을 때
      - 공시된 반사계수가 표의것보다 더 작다면 경로조종기는 새것으로 교체해야 한다.
      - 더 작지 않다면 아무것도 하지 않는다.

실례 21.1

그림 21-23은 경로표갱신실례를 보여 준다.

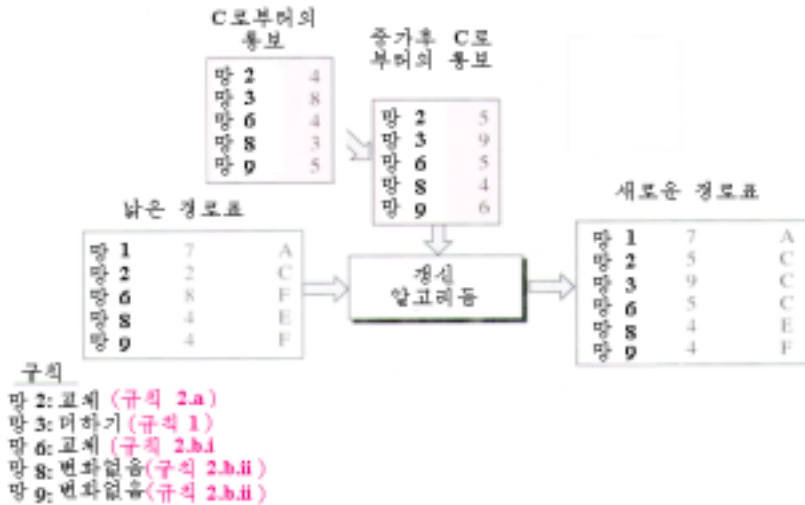



그림 21-23. 실례 21. 1

21. 8. 련결상태경로조종

련결상태경로조종을 리해하는데서 기본열쇠는 거리벡토르경로조종의것과 다르다. 련결상태경로조종에서는 매개 경로조종기가 자기 린접에 대한 지식을 망의 다른 모든 경로조종기들과 공유한다. 련결상태경로조종의 내용은 다음과 같다.

1. **린접에 대한 지식** 자기 전체 경로표를 보내는 대신 한 경로조종기는 자기 린접에 대한 정보만을 보낸다.
2. **모든 경로조종기들** 매 경로조종기는 이 정보를 자기 린접만이 아니라 호상망의 다른 모든 경로조종기들에 보내는데 그것은 범람(홍수)이라는 과정으로 그렇게 할수 있다. 홍수는 그 경로조종기가 자기 정보를 모든 린접들에(모든 출구포구를 통하여) 보낸다는것을 의미한다. 매개 린접은 그 파케트를 자기의 린접들에 보낸다. 그 파케트를 받은 모든 경로조종기들은 자기 린접들에 복사본을 보낸다. 최종적으로 매개 경로조종기는(제외없이) 같은 정보의 복사를 수신한다.
3. **변화가 있을 때 정보공유** 매 경로조종기는 변화가 있을 때 린접들에 대한 정보를 내보낸다.

련결상태경로조종에서 경로조종기는 자기 린접에 대한 지식을 호상망의 모든 경로조종기들과 공유한다.

정보공유

거리벡토르를 경로조종에 리용하였던 호상망(그림 21-17)을 리용하여 련결상태경로조

종과정을 검사하자.

련결상태경로조종에서 첫 단계는 정보공유이다(그림 21-24). 매개 경로조종기는 자기 린접에 대한 지식을 망의 모든 경로조종기들에 보낸다.

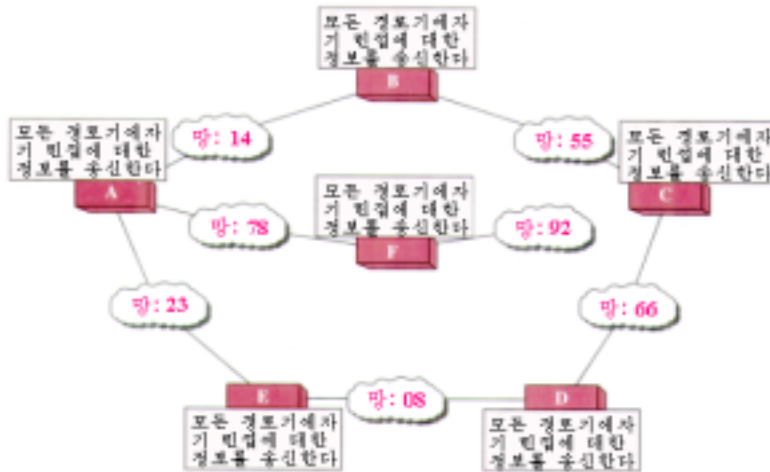



그림 21-24. 련결상태경로조종의 개념

파케트비용

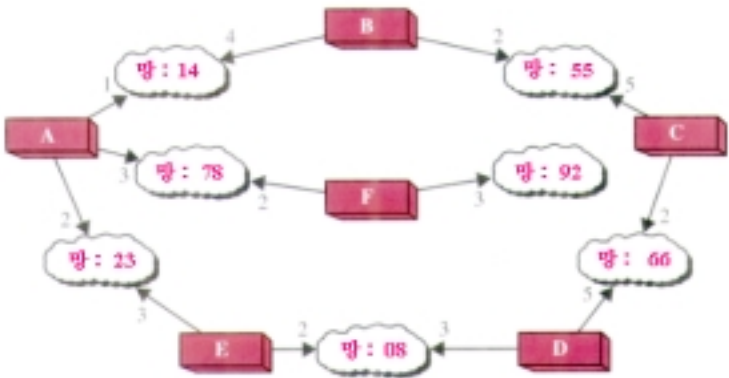
거리벡토르경로조종과 련결상태경로조종은 다 최소비용알고리듬이다. 거리벡토르경로조종에서 비용은 반사계수를 가리킨다. 련결상태경로조종에서 비용은 안전급수, 통신량, 련결상태 등의 여러 인자에 기초하여 무게화한 값이다. 그러므로 경로조종기 A에서 망 14까지의 비용은 A에서 23까지의 비용과 다를수 있다.

경로를 잘 정하는데서 반사비용이 파케트가 경로조종기를 따라서 망에 들어 갈 때 그 파케트에 적용된다(비용은 무게화된것이며 송신기나 수신기가 지불한 전송료들과 혼동하지 말아야 한다.). 이 비용은 경외로 나가는 비용이며 그것은 파케트가 경로조종기를 떠날 때 적용된다는것을 의미한다. 경로를 결정할 때 파케트에 비용이 어떻게 적용되는가는 두가지 인자가 관리한다.

- 비용은 경로조종기에 의해서만 적용되며 망의 어떤 국도 비용을 적용하지 않는다. 한 경로조종기에서 다음 경로조종기까지의 련결은 망이며 점대점케블이 아니다. 많은 위상구조(고리형, 모선형 등)들에서 망의 매개 국은 지나가는 파케트의 머리부를 검사한다. 만일 비용이 경로조종기만이 아니고 매개 국에서 첨가된다면 그림은 예측할수 없이 루적될것이다(망에서 국의 개수는 여러가지 리유로 하여 변하며 예측할수 없다.).
- 비용은 파케트가 경로조종기에 들어 올 때가 아니라 떠날 때 적용된다. 대다수의 망들은 방송망들이다. 파케트가 망에 있을 때 매개 국이(경로조종기를 포함하여) 그것을 취할수 있다. 그러므로 그것이 망에서 경로조종기로 갈 때 어떤 비용을 배당할수가 없다.

그림 21-25는 앞에서 실례를 들었던 호상망을 련결상태경로조종알고리듬으로서 보여 준다. 보여 준 비용은 임의로 된것이다. 실지는 그것이 매개 망의 속성을 반영한다.

그림 21-25. 련결상태경로조종에서 비용

련결상태파케트

경로조종기가 망을 자기 린접들의 정보로 범람시킬 때 그것은 공시하고 있다고 말한다. 이 공시의 기초는 련결상태파케트(LSP)라는 작은 파케트이다(그림 21-26). LSP는 보통 4개 마당을 포함한다. 즉 공시자의 ID, 목적망의 ID, 비용, 린접경로조종기의 ID이다.

공시자	망	비용	린접
....	......	....	....
....	......	....	....
....	......	....	....

그림 21-26. 련결상태파케트

린접들에 대한 정보얻기

경로조종기는 주기적으로 린접들에서 짧은 인사파케트를 보냄으로써 그들에 대한 정보를 얻는다. 만일 린접이 기대한바대로 그 인사에 응답하면 그것은 살아서 작용하는것으로 가정한다. 그렇지 않다면 변화가 일어 난것도 가정되며 그때 송신경로조종기는 다음 LSP에서 망의 나머지들을 경계한다. 이 인사파케트들은 망자원을 별로 리용하지 않을 정도로 아주 작다(거리벡토르경로조종에서 리용되는 경로조종표와 달리).

초기화

표본망에서 모든 경로조종기들이 동시에 동작한다고 하자. 매개 경로조종기는 인사파케트를 린접들에 보내서 매개 련결고리의 상태를 알아 본다. 그다음 이 인사의 결과에 기초

하여 LSP를 준비하고 그것을 망에 범람시킨다. 그림 21-27은 경로조종기 A에 대하여 이 과정을 보여 준다. 머리부가 출현할 때 이런 단계가 매개 경로조종기에 의하여 다 수행된다.

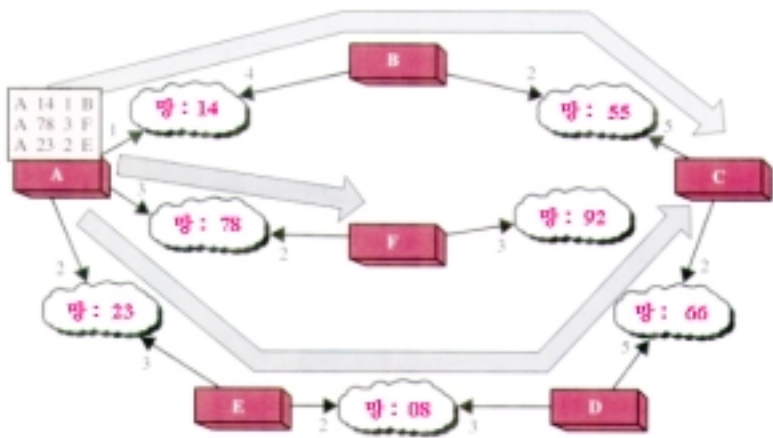



그림 21-27. A의 LSP범람

련결상태자료기지

매개 경로조종기는 모든 LSP를 받으면 그 정보를 련결상태자료기지에 넣는다. 그림 21-28은 규격망에 대한 자료기지를 보내준다.

매개 경로조종기는 작은 LSP를 수신하기때문에 모든 경로조종기들은 같은 자료기지를 만든다. 그것은 디스크에 이 자료기지를 기억시키고 그것을 리용하여 경로표를 계산한다. 만일 경로조종기가 체계에 첨가되거나 제거된다면 전체 자료기지는 고속갱신을 위하여 공유되여야 한다.

공시자	망	비용	린접
A	14	1	B
A	78	3	F
A	23	2	E
B	14	4	A
B	55	2	C
C	55	5	B
C	66	2	D
D	66	5	C
D	08	3	E
E	23	3	A
E	08	2	D
F	78	2	A
F	92	3	—

그림 21-28. 련결상태자료기지

련결상태경로조종에서 매 경로조종기는 꼭 같은 련결상태자료기지를 가진다.

Dijkstra알고리듬

경로표를 계산하기 위하여 경로조종기는 Dijkstra알고리듬을 련결상태자료기지에 적용한다. Dijkstra알고리듬은 마디와 릉들로 이루어 진 그라프를 리용하여 망의 두 점사이 최소행로를 계산한다. 마디는 두가지 형식이다. 즉 망과 경로조종기, 릉은 경로조종기와 망사이의 련결부이다(경로조종기-망, 망-경로조종기). 비용은 경로조종기-망릉에만 적용된다. 망-경로조종기릉의 비용은 항상 령이다(그림 21-29).

최소행로나무

Dijkstra알고리듬은 매 경로조종기에 대한 최소행로나무를 찾기 위하여 다음의 4단계를 거친다.

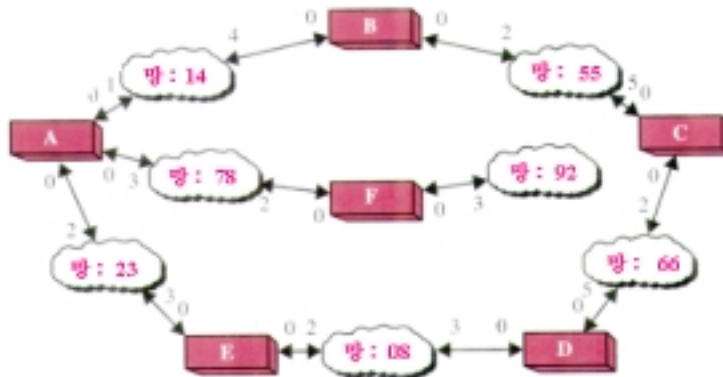



그림 21-29. Dijkstra알고리듬에서 비용

- 알고리듬은 자기 뿌리를 식별하여 나무를 만드는것으로 시작한다. 매개 경로조종기의 나무뿌리는 경로조종기 그자체이다. 다음 그 뿌리로부터 도달될수 있는 모든 마디 즉 모든 린접마디를 첨가한다. 마디와 층은 이 단계에서 일시적이다.
- 알고리듬은 나무의 림시 릉들을 비교하고 최저축적비용을 가진 릉을 식별한다. 이 릉과 그것에 련결된 마디가 나무의 최소행로나무의 영구부분이다.
- 알고리듬은 자료기지를 검사하고 선택된 마디로부터 도달될수 있는 모든 마디를 식별한다. 이 마디들과 그 릉은 림시로 나무에 첨가된다.
- 마지막 두 단계는 망의 모든 마디가 나무의 영구부분으로 될 때까지 반복된다. 영구릉들만이 매개 마디까지에 최소(최저비용)경로를 표시한다.

그림 21-30은 표본망에서 마디 A에 적용된 Dijkstra알고리듬의 단계를 보여 준다. 매개 마디점의 비용수자는 뿌리마디로부터의 축적비용을 표시한다(개별적릉의 비용이 아니다). 두번째와 세번째 단계는 4개 마디가 더 영구적으로 될 때까지 반복된다.

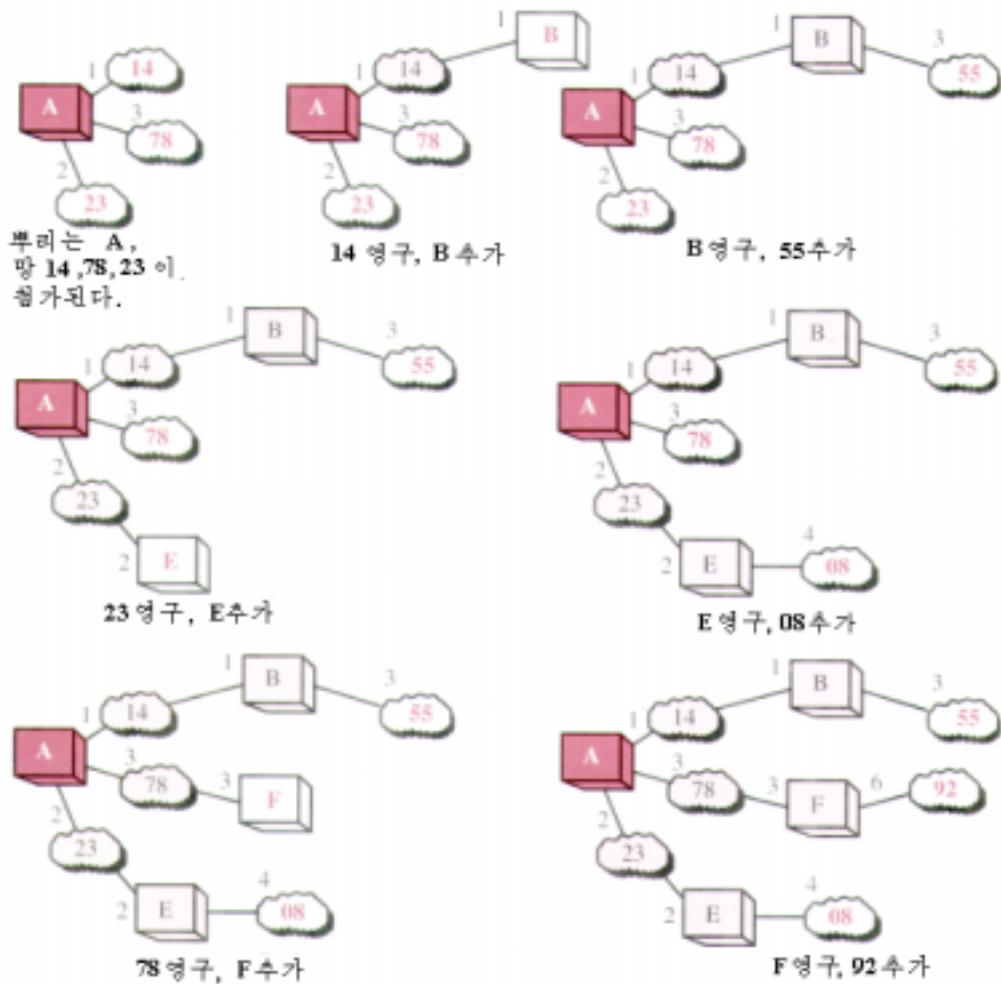



그림 21-30. 최소행로계산 1

그림 21-31은 경로조종기 A에 대한 최소행로나무의 완성을 보여 준다.

경로표

매개 경로조종기는 최소행로나무를 리용하여 자기 경로표를 구축한다. 경로조종기는 같은 알고리듬과 같은 련결상태자료기지를 리용하여 자기의 최소행로나무와 경로표를 계산한다. 결과는 매 경로조종기에 대하여 차이난다. 그림 21-32는 경로조종기 A가 만든 표를 보여 준다.

> 련결상태경로조종에서 련결상태자료기지는 모든 경로조종기에서 같다. 그러나 최소행로나무와 경로표는 다 다르다.

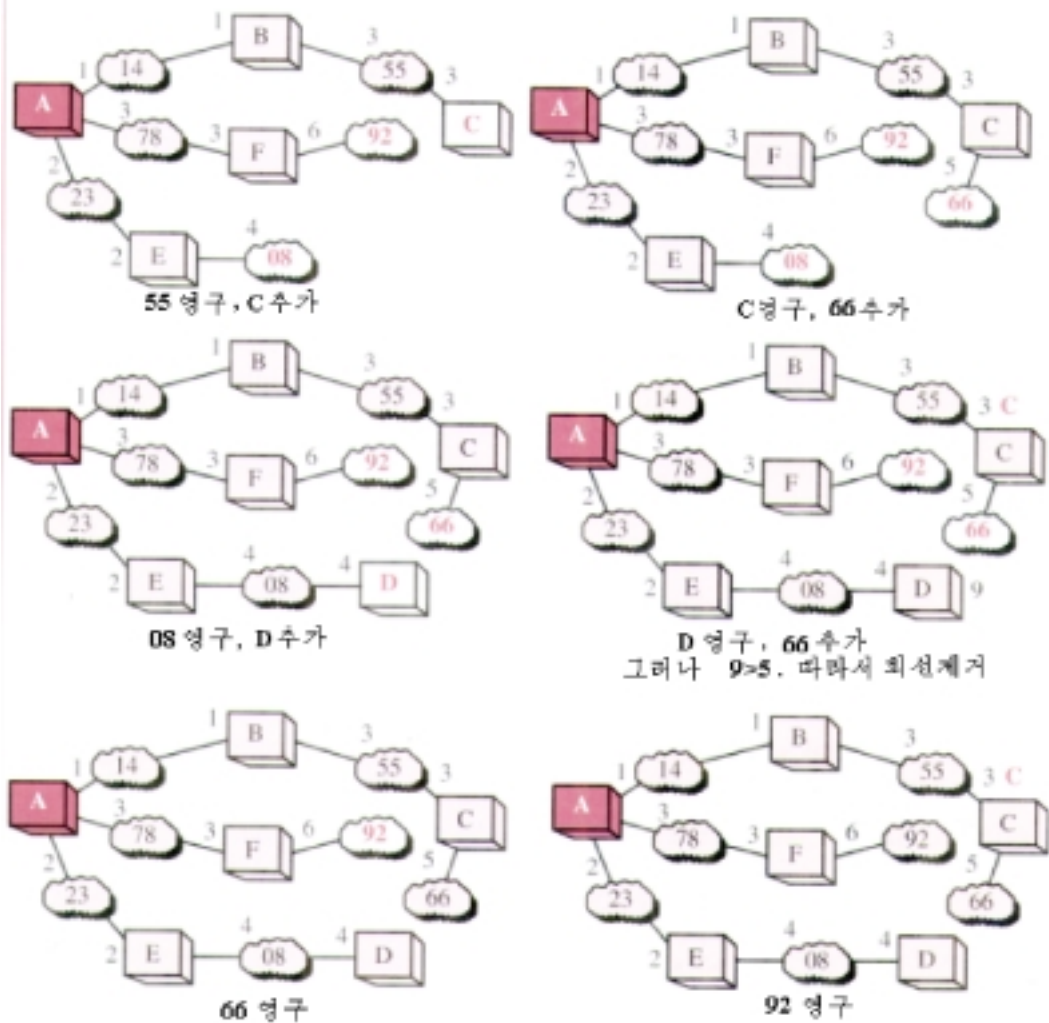



그림 21-31. 최소행로계산 2

망	비용	다음경로기
08	4	E
14	1	
23	2	
55	3	B
66	5	B
78	3	
92	6	F

그림 21-32. 경로조종기 A에 대한 련결상태경로표

21. 9. 실마리어

거리벡토르경로조종
경간나무알고리듬
경로조종기
경로표
경로조종
경로조종교환기
경로조종알고리듬
규약변환기
관문
다리
다리경로조종기(다리/경로조종기)
다중규약경로조종기
다중포구다리
단순다리
련결상태경로조종
련결상태자료기지
련결상태파케트(LSP)
반복기
반사계수
보존시간(TTL)
저축-전송교환기
최소 비용경로조종
최소 행로나무
투명다리
파케트수명
호상망결합장치
홍수
통로분배교환기
원천경로조종
Dijkstra알고리듬

21. 10. 요약

- 호상망결합장치는 망들을 접속시켜 호상망을 창조한다.
- 망결합 및 호상망결합장치는 4개 부류로 나누인다. 즉 반복기, 다리, 경로조종기, 관문.
- 다리는 OSI모형의 자료련결층에서 동작하는 장치이다. 국주소에 접근하며 망에서 파케트를 려과하거나 전송할수 있다.
- 반복기는 OSI모형의 물리층에서 동작하는 장치이다. 그 목적은 신호의 재생이다.
- 경로조종기는 OSI모형의 물리층, 자료련결층, 망층에서 동작하며 파케트가 취하는 행로를 결정한다.
- 관문은 OSI모형의 7개 층에서 다 동작한다. 한개 규약은 다른 규약으로 변환하며 각이한 두개 망을 접속시킬수 있다.
- 두 경로조종기사이의 최소행로를 계산하는 두가지 방법이 있다. 즉 거리벡토르경로조종, 련결상태경로조종.
- 거리벡토르경로조종에서 경로조종기는 주기적으로 자기의 망지식을 린접경로조종기들과 공유한다.
- 거리벡토르경로조종에서 경로조종기는 망에 대한 정보가 있는 표를 가진다(ID, 비용, 특정망에 접근하는 경로조종기).
- 련결상태경로조종에서 경로조종기는 자기의 련결상태파케트(LSP)를 창조한다. 다른

모든 경로조종기는 범람과정을 통하여 이 LSP를 수신한다. 그러므로 모든 경로조종기는 같은 정보를 가진다. 이것은 련결상태자료기로 편집한다. 이 공통자료기지로부터 경로조종기는 Djjkotra알고리듬을 리용하여 다음 경로에로 가는 최소행로를 찾아 낸다.

- 련결상태경로조종에서 비용은 파케트가 경로조종기를 떠날 때 그 파케트에 배당된다.
- 련결상태경로조종에서 모든 경로조종기는 자기의 유일한 경로표를 가진다.

21.11. 련 습

복습문제

1. 반복기가 증폭기와 어떻게 다른가?
2. 이 장에서 언급한 4개의 접속장치의 기능을 고찰하시오.
3. 접속 및 호상접속장치들을 복잡성에 따라 분류하고 그것이 동작하는 OSI층을 적용하시오.
4. LSP자료기지란 무엇이며 그것이 어떻게 창조되는가?
5. 망들을 접속시킬 때 고찰되여야 할 몇가지 인자들을 고찰하시오.
6. 거리벡토르경로조종과 련결상태경로조종을 대비하시오.
7. 망이란 무엇인가?
8. 호상망이란 무엇인가?
9. 다리가 통신량을 려과할수 있다고 할 때 그것은 무엇을 의미하는가? 왜 려과가 중요한가?
10. 단순다리와 투명(학습)다리사이의 차이는 무엇인가?
11. 경로조종기의 기능은 무엇인가?
12. 경로조종기와 다리는 어떻게 다른가?
13. 경로조종에서 가장 짧다는 말은 무엇을 의미하는가?
14. 적응경로조종이 비적응경로조종보다 왜 우월한가?
15. 파케트수명조종에서 경로조종기의 역할은 무엇인가?
16. 관문의 기능은 무엇인가?
17. 다중규약경로조종기는 일반단일규약경로조종기와 어떻게 다른가?
18. 다리경로조종기는 들어 오는 파케트가 어디로 가야 하는가를 어떻게 결정하는가?
19. 자료련결층교환기가 어떻게 망의 효률을 증가시키는가?
20. 가장 일반적인 경로조종알고리듬은 무엇인가?
21. 거리벡토르경로조종의 세가지 기본요소는 무엇인가?
22. 거리벡토르경로조종기의 초기경로조종표를 서술하시오.
23. 련결상태경로조종의 세가지 기본요소는 무엇인가?
24. 련결상태경로조종은 어떤 알고리듬을 리용하여 경로표를 계산하는가?

선택문제

25. 다음의 어느것이 호상망결합장치가 아닌가?
    ㄱ) 다리
    ㄴ) 경로조종기
    ㄷ) 관문
    ㄹ) 이 모든것

26. 다음의 어느것이 OSI모형에서 제일 많은 층을 리용하는가?
    ㄱ) 다리
    ㄴ) 경로조종기
    ㄷ) 반복기
    ㄹ) 관문

27. 다리는 주소들의 정보를 파케트의 ______과 비교하여 파케트를 전송하거나 려과한다.
    ㄱ) 층 2의 원천주소
    ㄴ) 원천까지의 물리주소
    ㄷ) 층 2의 목적주소
    ㄹ) 층 3의 목적주소

28. 단순다리는 다음것중 어느것을 하는가?
    ㄱ) 자료파케트를 려과
    ㄴ) 자료파케트를 전송
    ㄷ) LAN을 확장
    ㄹ) 이 모든것

29. 다음의 어느것이 다리형태인가?
    ㄱ) 단순, 복합, 투명
    ㄴ) 단순, 투명, 다중포구
    ㄷ) 단순, 복합, 다중포구
    ㄹ) 경간, 접속, 중단

30. 경로조종에서 최소행로는 _____를 가리킨다.
    ㄱ) 최소로 눅은 행로
    ㄴ) 최소거리행로
    ㄷ) 최소반사수행로
    ㄹ) 이것들을 임의의것 또는 조합

31. 어느 경로조종알고리듬이 설정과 갱신을 위하여 경로조종기들사이의 통신량을 더

많이 요구하는가?

ㄱ) 거리벡토르

ㄴ) 련결상태

ㄷ) Dijkstra

ㄹ) 벡토르련결

32. 거리벡토르경로조종에서 매개 경로조종기는 ______으로부터 벡토르를 받는다.

ㄱ) 망의 모든 경로조종기

ㄴ) 두 단위 이내의 모든 경로조종기

ㄷ) 쏘프트웨어에 의하여 기억된 표

ㄹ) 린접들만

33. 련결상태경로조종을 리용한 호상망이 5개 경로조종기와 6개 망이 있다면 몇개의 경로표가 있겠는가?

ㄱ) 1

ㄴ) 6

ㄷ) 5

ㄹ) 11

34. 호상망에 5개 경로조종기와 6개의 망이 있다면 몇개의 련결상태자료기지가 있는가?

ㄱ) 1

ㄴ) 6

ㄷ) 5

ㄹ) 11

35. 련결상태경로조종에서 범람은 _____이 변화를 기록할수 있게 한다.

ㄱ) 모든 경로조종기

ㄴ) 몇개 경로조종기

ㄷ) 린접경로조종기들만

ㄹ) 모든 망들

36. LSP에서 공시자는 _____이다.

ㄱ) 경로조종기

ㄴ) 자료파케트

ㄷ) 망

ㄹ) 이중에 없음

37. 다음중 어느것이 관문에서 취급될수 있는가?

ㄱ) 규약변환

ㄴ) 파케트크기변경

ㄷ) 자료교갑화

ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

38. 관문은 OSI의 어느 층에서 작용하는가?

ㄱ) 아래 세개 층

ㄴ) 웃 네개 층

ㄷ) 7개 층

ㄹ) 물리층을 제외한 모든층

39. 반복기는 _____층에서 작용한다.

ㄱ) 물리

ㄴ) 망

ㄷ) 자료련결

ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

40. 다리는 _____층에서 작용한다.

ㄱ) 물리

ㄴ) 망

ㄷ) 자료련결

ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

41. 반복기는 작고 이지러 진 손상된 신호를 받아서 그것을 _____한다.

ㄱ) 증폭

ㄴ) 재표본화

ㄷ) 재생

ㄹ) 재경로조종

42. 다리는 같은 망의 _____주소에 접근한다.

ㄱ) 물리

ㄴ) 봉사접근점

ㄷ) 망

ㄹ) 이 모든것

43. 어떤 형태의 다리가 수동적으로 입구된 주소표를 가져야 하는가?

ㄱ) 단순

ㄴ) 다중포구

ㄷ) 투명

ㄹ) ㄴ)와 ㄷ)

44. 어떤 형태의 다리가 파케트의 주소정보로부터 표를 만들고 갱신하는가?

ㄱ) 단순

ㄴ) 투명

ㄷ) ㄱ)와 ㄴ)

ㄹ) 이중에 없음

45. 경로조종기는 _____층에서 작용한다.

ㄱ) 물리 및 자료련결

ㄴ) 물리, 자료련결, 망

ㄷ) 자료련결과 망

ㄹ) 망과 전송

46. 어느 경로조종방법에서 모든 경로조종기가 공통자료기지를 가지는가?

ㄱ) 거리벡토르

ㄴ) 련결벡토르

ㄷ) 련결상태

ㄹ) 이중에 없음

47. 한 통표고리망에서 다른 통표고리망으로 이동하는 파케트는 _____의 봉사를 리용한다(매개 망은 독립적인 망이다).

ㄱ) 단순다리

ㄴ) 경로조종기

ㄷ) 반복기

ㄹ) 투명다리

련습문제

48. 그림 21-33에서 보여 준바와 같이 두개의 802.5(통표고리) LAN을 접속시키는 다리를 가정하자. 왼쪽 망의 국이 오른쪽 망의 국으로 프레임을 송신한다. 다리는 왼쪽 망에서 한개 국으로 작용하며 오른쪽에서도 한개 국으로 된다. 다리는 오른쪽 망에 복사본을 전송한후 주소인식 및 프레임복사비트를 설정하고 다음 그것을 왼쪽 망의 다음 국으로 보냄으로써 프레임을 수신한것으로 할것인가, 또는 이것을 무시하고 파케트가 잃어 진것처럼 작용할것인가?

49. 두개의 802.3(이써네트)LAN을 접속시킨다면 문제 48에서의 문제가 제기되는가?

50. 802.3(이써네트) LAN과 802.5(통표고리) LAN을 접속시켰다면 48에서와 같은 문제가 제기되는가?

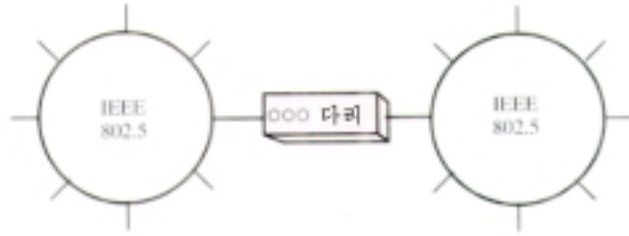



그림 21-33. 문제 48

51. 다리가 802.3(이써네트) LAN을 802.3(통표고리)LAN에 그림 21-34와 같이 접속시켰다고 하자. 만일 다리가 프레임을 이써네트통표고리로 전송한다면 다음 질문에 대답하시오.

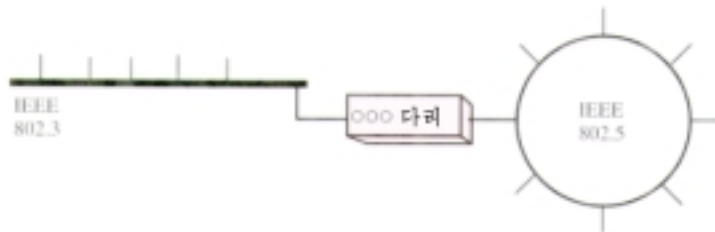



그림 21-34. 문제 51

ㄱ) 다리는 프레임을 재형식화하여야 하는가?
ㄴ) 다리는 CRC마당값을 다시 계산할 필요가 있는가?
ㄷ) 비트순서는 반전할 필요가 있는가?
ㄹ) 통표고리에서 기우성비트는 어떻게 설정되는가?

52. 통표고리에서 이써네트로 가는 프레임에 대하여 문제 51을 반복하시오.
53. 문제 52에서 통표고리가 16Mbps로 송신하고 이써네트가 10Mbps로 수신한다고 보자. 다만 정보를 보관하고 보다 천천히 내보낼수 있도록 완충기가 필요하다. 완충기가 넘쳐 나면 어떻게 되는가?
54. 다리가 이써네트망에서 통표고리망으로 자료를 보낸다면 충돌을 다리가 어떻게 취급하는가?
55. 다리가 통표고리망에서 이써네트망으로 자료를 보낸다면 충돌을 다리가 어떻게 취급하는가?
56. 거리벡토르경로조종을 리용하는 경로조종기는 다음과 같은 경로표를 가진다.

Net2	6	A
Net3	4	E
Net4	3	A
Net6	2	D

Net7　1　B

경로조종기는 경로조종기 C로부터 다음의 파케트를 수신한다.

Net2　4

Net3　5

Net4　2

Net6　3

Net7　2

이 경로조종기의 갱신된 경로표를 작성하시오.

57. 거리벡토르경로조종을 리용하는 경로조종기가 다음의 경로표를 가진다.

Net2　6　A

Net3　4　E

Net4　3　A

Net6　2　C

Net7　8　B

경로조종기가 경로조종기 C로부터 다음의 파케트를 수신한다.

Net2　4

Net4　3

Net7　3

이 경로조종기의 갱신된 경로표를 작성하시오.

58. 거리벡토르경로조종을 리용하는 경로조종기가 다음의 경로표를 가진다.

Net2　6　A

Net3　4　C

Net4　3　A

Net6　2　C

Net7　3　B

경로조종기가 경로조종기 C로부터 다음의 파케트를 수신한다.

Net2　4

Net3　5

Net4　4

Net6　3

Net7　2

이 경로조종기의 갱신된 경로표를 작성하시오.

59. 그림 21-29를 리용하여 경로조종기 B에 대한 최소행로나무와 경로표를 찾으시오.

60. 그림 21-29를 리용하여 경로조종기 C에 대한 최소행로나무와 경로표를 찾으시오.

61. 그림 21-29를 리용하여 경로조종기 D에 대한 최소행로나무와 경로표를 찾으시오.

62. 그림 21-29를 리용하여 경로조종기 E에 대한 최소행로나무와 경로표를 찾으시오.

63. 그림 21-29를 리용하여 경로조종기 F에 대한 최소행로나무와 경로표를 찾으시오.

제22장. 전송층

전송층은 OSI모형의 핵심이다. 이 층에서 규약들은 한 장치의 응용프로그람에서 다음 장치의 응용프로그람으로 자료의 전달을 감시한다. 보다 중요하게는 그것이 웃층규약(대화, 제시, 응용)과 아래층(망, 자료련결, 물리)봉사들사이의 련락원으로 작용한다. 웃층들은 전송층의 봉사를 리용하여 아래층과 직접 작용하지 않고 또한 그 존재조차 알지 못하고 망과 호상작용할수 있다. 이런 분리가 가능하자면 전송층 그자체가 물리적망에 무관계해야 한다.

전송층의 역할을 더 잘 리해하기 위하여 그림 22−1처럼 LAN, MAN, WAN 등 각이한 물리적망들로 이루어 진 호상망으로 고찰하는것이 필요하다. 이 망들은 한 망의 콤퓨터로부터 다음 망의 콤퓨터로 자료를 전송할수 있도록 접속된다. 전송이 망에서 망으로 전송될 때 자료는 여러가지 형식과 길이의 파케트들로 교갑화될수 있다. 한개 망의 망 또는 자료련결기능은 그것을 토막화하여 보다 제한된 크기의 파케트 또는 프레임으로 만들며 다른 망에 대응한 기능은 몇개 토막들을 한개의 큰 파케트로 련결할수 있다. 자료는 다른 무관계한 자료토막과 프레임을 공유할수도 있다. 그러나 그것들이 로상에서 어떤 변형을 받든 자료는 본래의 형태로 목적지에 도착해야 한다.

그림 22−1. 호상망

웃층규약들은 물리적망의 복잡한 사정을 모르는 상태로 있으며 오직 웃층의 쏘프트웨어만이 개발되여야 한다. 웃층에 대하여 개별적망들은 자료를 취해서 목적지까지 안전하게 보내는 단순한 동종의 그룹이다. 실례로 호상망에서 이써네트가 통표고리로 교체된다 해도 웃층은 이것을 알지 못한다. 그것들에게는 호상망이 단순하고 본질적으로 변하지 않는 망이다. 전송층은 이 투명성을 보장한다.

전송층규약의 실례는 전송조종규약(TCP)과 사용자프로그람규약(UDP)이다. 이것들은 다 24장에서 고찰한다.

22.1. 전송층의 임무

전송층봉사는 두 전송실체사이에 리용되는 전송규약에 의하여 실현된다(그림 22−2).

제공된 봉사는 자료련결층의것과 비슷하다. 그러나 자료련결층은 한개 망안에서 봉사를 보장하도록 설계되며 전송층은 여러 망들로 이루어 진 호상망에 대한 봉사를 보장한

다. 자료련결층은 물리층을 조종하며 전송층은 세개의 아래층모두를 조종한다(그림 22−3).

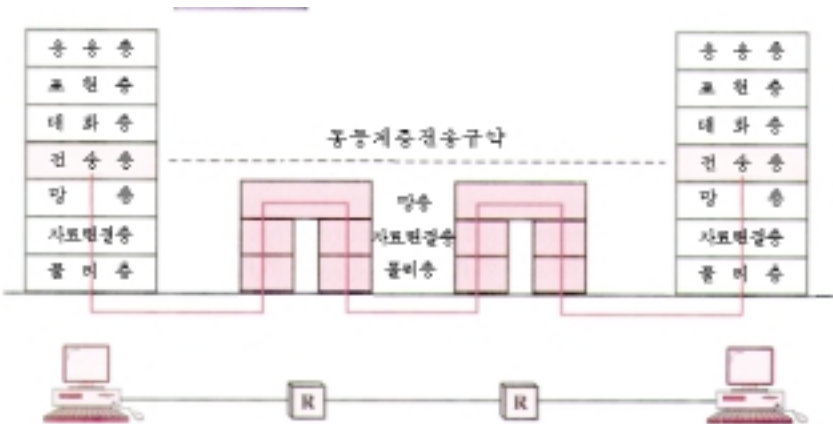



그림 22−2. 전송층개념

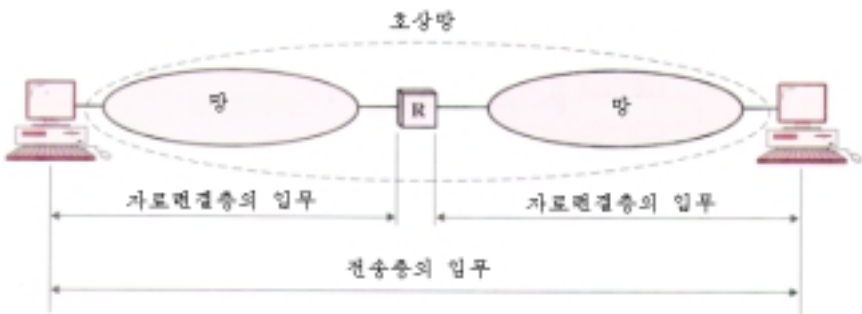



그림 22−3. 자료련결층과 전송층의 비교

전송층규약이 보장하는 봉사는 다섯개의 넓은 부류로 나누일수 있다. 즉 종단−종단전달, 주소화, 믿음성 있는 전달, 흐름조종, 다중화이다(그림 22−4).

그림 22−4. 전송층임무

종단−종단전달

망층은 개별적파케트들의 종단−종단전달을 감시하지만 그 파케트들사이의 관계는(그

것들이 한 통보에 속한다 해도) 알지 못한다.

그것은 매개를 독립적인 실체로 취급한다. 한편 전송층은 전체 통보가(한개 파케트가 아니라) 그대로 도착하도록 해준다. 그리하여 그것은 전체 통보의 종단-종단전달을 감시한다.

주소화

전송층은 대화층의 기능들과 호상작용한다. 그러나 많은 규약들(각이한 준위에서 호상작용하는 규약들의 그룹)은 대화, 표현, 응용준위규약들을 응용이라는 한개 꾸레미에 조합한다. 이 경우에 대화층기능에 대한 전달은 사실상 응용에 대한 전달이다. 그리하여 통신은 종단장치에서 종단장치로가 아니라 종단응용에서 종단응용으로 일어 난다. 한 장치의 응용이 발생한 자료는 다른 장치가 아니라 그 장치의 응용이 수신해야 한다.

그러므로 대다수 경우 우리는 N대 N 실체들사이 즉 봉사접근점들사이의 통신에 귀착된다(그림 22-5). 그러나 망이 한 주콤퓨터의 어느 봉사접근점이 다른 주콤퓨터의 어느 봉사점과 통신하고 있는것을 어떻게 식별하는가?

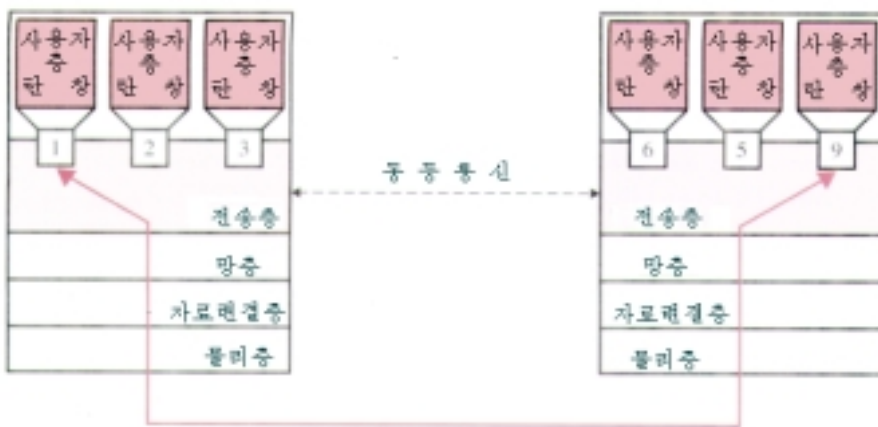



그림 22-5. 봉사접근점

봉사접근점에서 봉사접근점으로 정확한 전달을 담보하자면 자료련결과 망준위에 추가로 또 다른 준위의 주소화가 필요하다. 자료련결준위규약들은 망에서 어느 두 콤퓨터들이 통신하고 있는가를 알 필요가 있다. 망준위규약들은 호상망에서도 어느 두 콤퓨터가 통신하고 있는가를 알 필요가 있다. 그러나 전송준위에서 규약은 어느 웃층규약들이 통신하고 있는가를 알 필요가 있다.

믿음성 있는 전달

전송층에서 믿음성전달은 4개 측면을 가진다. 즉 오유조종, 순서조종, 손실조종, 중복조종이다(그림 22-6).

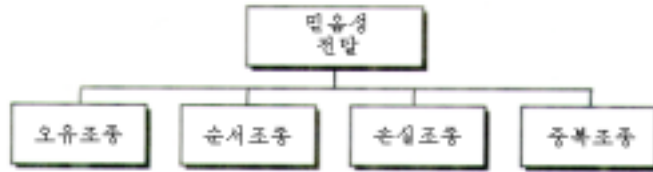



그림 22-6.　믿음성전송의 측면들

오유조종

자료를 전송할 때 믿음성의 첫째 목표는 오유조종이다. 초기에 말한바와 같이 자료는 그것이 원천에서 시작될 때와 꼭같이 그 목적지에 전달되여야 한다. 물리적인 자료전송의 실태를 보면 100%의 오유 없는 전달이란 거의 불가능하며 전송층규약이 될수록 가까이 가도록 설계된다.

이 층에서 오유취급구조는 보통 검사합과 같이 프로그람적으로 실현되는 알고리듬을 리용하여 수행되는 오유취급으로서 오유조종 및 재전송에 기초한다(9장 오유검출과 교정을 참고).

그러나 자료련결층에서 오유취급을 했다면 왜 전송층에서 그것이 필요한가? 자료련결층기능들은 매개 련결고리에 대한 오유 없는 마디-마디전달을 담보한다. 그러나 마디-마디믿음성은 종단-종단믿음성을 담보하지 못한다. 그림 22-7은 자료련결층오유조종으로는 검출할수 없는 오유가 생긴 경우를 보여 준다.

그림 22-7.　전송 및 자료련결층오유조종

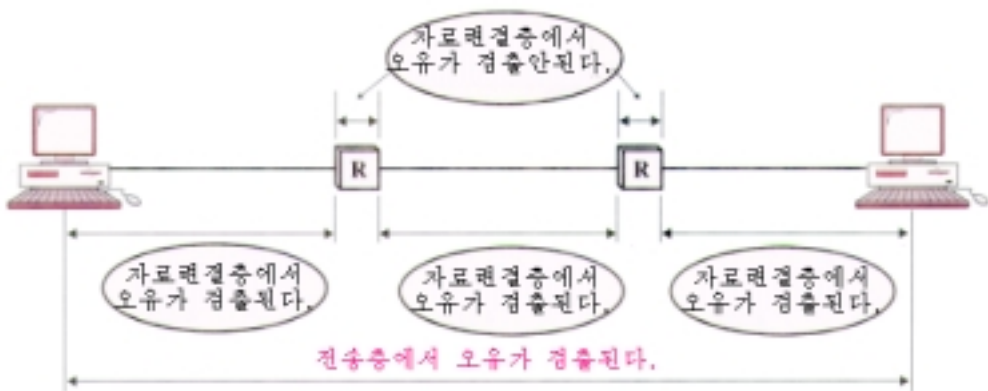



그림 22-7에서 자료련결층은 매개 망사이를 지나가는 파케트가 오유가 없다는것을 담보한다. 그러나 파케트가 경로조종기안에서 처리될 때 오유가 생긴다. 이 오유는 다음 련결고리의 자료련결기능이 잡아 내지 못할것이다. 왜냐하면 그 기능은 련결의 시작과 끝사이에서 생긴 오유를 검사하기때문이다. 그러므로 전송층은 종단-종단검사를 진행하여 파케트가 원천에서 목적한대로 도착하는것을 담보해야 한다.

순서조종

전송층에서 실현된 믿음성의 두번째 측면은 순서조종이다. 송신쪽에서 전송층은 웃층에서 받은 자료단위가 아래층에서 리용될수 있도록 하는것을 담당한다. 수신쪽에서는 여러개의 전송토막이 정확히 조립되도록 하는것을 담당한다.

토막화와 련결 웃층에서 받은 자료단위의 크기가 망층데타그람 또는 자료련결층프레임이 다루기에는 너무 길다고 할 때 전송규약은 그것을 보다 작은 유용한 블로크로 분할한다. 이 나누기과정을 토막화라고 한다. 한편 한개 대화에 속하고 자료단위의 크기가 너무 작아서 몇개가 모여서야 한개 데타그람이나 프레임을 맞출수 있을 때 전송규약은 그것들을 한개 자료단위로 조합한다. 이 조합과정을 련결이라고 한다.

순서번호 대부분 전송층봉사들은 매 토막의 끝에 순서번호를 첨가한다. 만일 보다 긴 자료단위가 토막났다면 그 번호들은 조립을 위한 순서를 가리킨다. 몇개의 짧은 단위들이 련결된다면 그 번호는 매개 보조단위의 끝을 나타내며 그것들이 목적지에서 정확히 분리될수 있게 한다. 또한 매개 토막은 그것이 전송의 마지막인지 그 중간인지를 나타내는 어떤 마당을 나른다.

은행거래자가 기업소예금에서 5,000딸라를 저축예금에 보내고 그다음 잔고를 다른 거래자의 당좌예금에 넣으라는 통보를 은행에 보내는 경우를 생각하자. 통보의 두 부분이 뒤바뀐 순서로 수신된다면 어떻게 되겠는가?(그림 22-8)

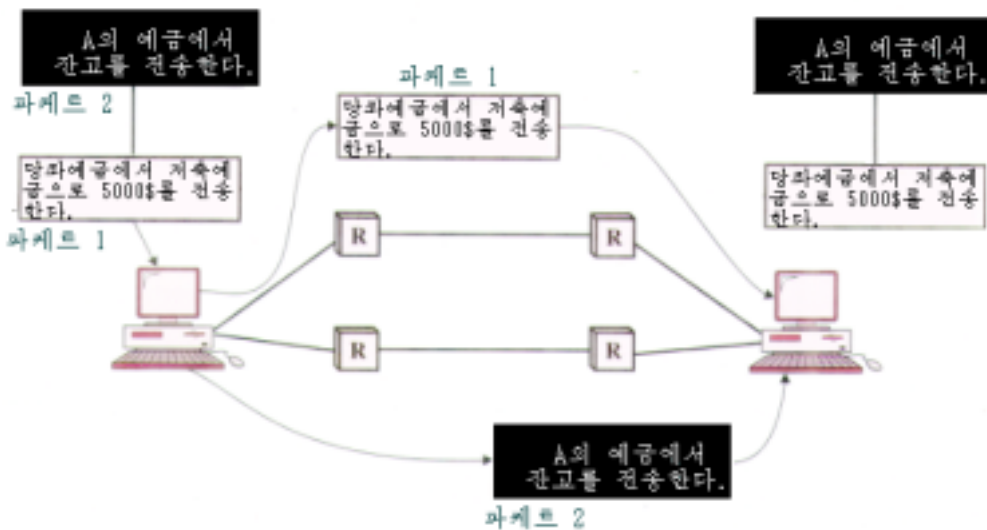



그림 22-8. 순서조종

송신자와 수신자의 견지에서는 전송토막들이 어떤 순서로 이동하는가는 중요치 않다. 중요한것은 목적지에서 그것들이 적당히 조립되는것이다. 실례로 우리가 차의 부분품들이 조립공정에 어떻게 가는가는 관심이 없으나 차가 우리에게 전달될 때 그것들이 제대로 조립되는것을 바란다.

손실조종

전송층에서 믿음성의 세번째 측면은 손실조종이다. 전송층은 모든 전송부분들이 목적지에 일부만이 아니라 다 도착하도록 담보한다. 자료가 전달을 위하여 토막화될 때 어떤 토막들은 이행과정에 손실될수도 있다(그림 22-9). 순서번호는 수신기의 전송층규약이 어떤 놓친 토막이 없는가를 알아 내고 재전달을 요구하도록 한다.

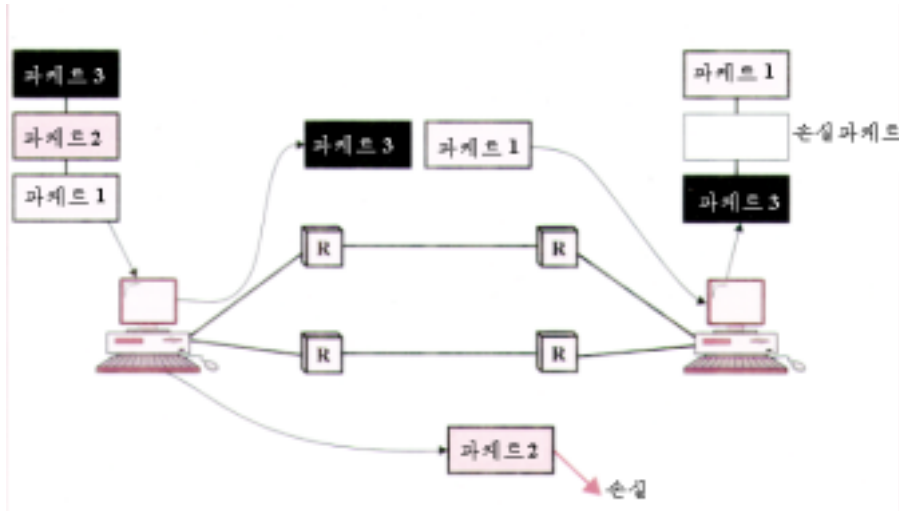



그림 22-9. 손실조종

중복조종

전송층에서 믿음성의 4번째 측면은 중복조종이다. 전송층기능은 수신기에도달하는 자료토막들이 중복되지 않도록 담보해야 한다. 순서번호에 의하여 손실된 파케트를 알아 내듯이 또한 중복된 토막을 식별하고 그것을 미리 기록한다.

중복은 사소한 문제인듯도 하다. 그러나 그것은 중요한 결과를 초래한다. 은행거래자가 은행에 자기 구좌에서 다른 구좌에 5,000딸라를 보낼것을 요구하고 통보를 보낸다고 하자. 이 통보가 중복되면 어떻게 되겠는가?(그림 22-10)

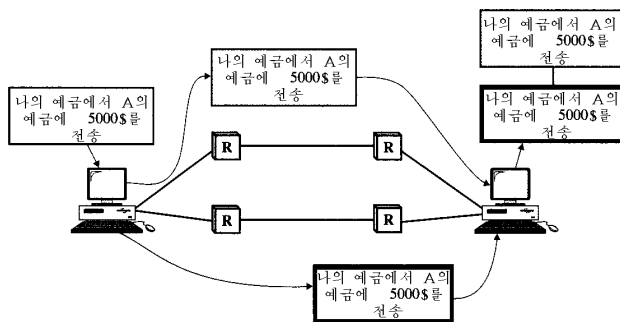



그림 22-10. 중복조종

흐름조종

자료련결층과 같이 전송층은 흐름조종을 담당한다. 그러나 이 층에서 흐름조종은 단일련결고리에서가 아니라 종단−종단으로 수행된다. 전송층흐름조종은 또한 미끄럼창문규약을 리용한다. 그러나 전송층에서 창문을 완충기차지를 조절하도록 크기가 변할수 있다.

가변크기창문으로 창문이 유지하는 실지 자료량은 교섭할수 있다. 많은 경우 창문크기조종은 수신기의 몫이다. 수신기는 응답파케트에서 창문크기가 증가된다는것을 규정할수 있다(또는 감소된다는것을 규정하지만 대부분 규약들은 크기를 감소시키지 않는다.). 대부분경우에 전송층에서 미끄럼창문은 프레임수가 아니라 수신기가 수용할수 있는 바이트수에 기초한다. 한쌍의 통신실체는 *y*개 프레임을 수용할수 있는 *x*개 바이트의 완충기를 리용할것이다.

> 미끄럼창문은 흐름조종은 물론 자료전송이 보다 더 효과적으로 되게 하여 수신기가 동작을 멈추지 않도록 한다. 전송층에서 리용되는 미끄럼창문은 보통 프레임지향이 아니라 바이트지향이다.

전송층에서 미끄럼창문에 대한 몇가지 문제점은 다음과 같다.

- 송신기는 완전창문만큼의 자료를 보내지 말아야 한다.
- 확인은 확인된 자료토막의 순서번호에 기초하여 창문크기를 확장시킬것이다.
- 창문크기는 수신기에 의하여 증가 또는 감소될수 있다.
- 수신기는 임의의 순간에 확인을 보낼수 있다.

다양한 크기를 위하여 전송층미끄럼창문은 세개의 지적자(가상경계로 작용한다)를 리용하여 완충기를 식별한다(그림 22−11). 왼쪽 벽은 확인이 수신될 때 오른쪽으로 움직인다.

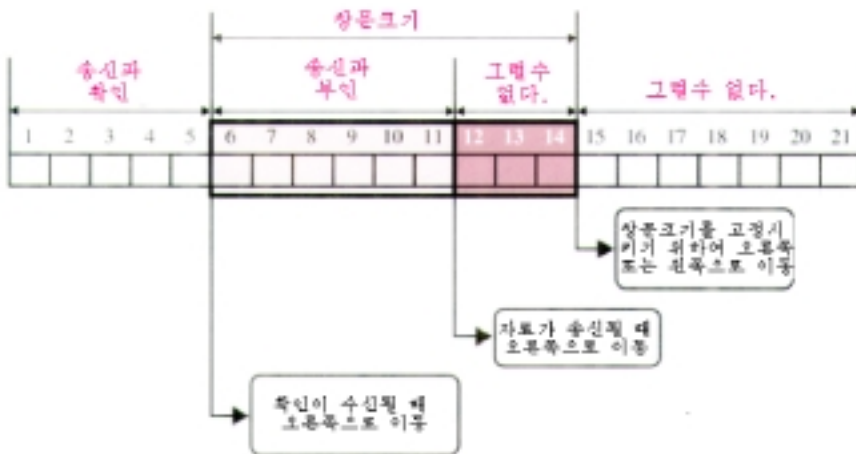



그림 22−11. 미끄럼창문

중간벽은 자료가 송신될 때 오른쪽으로 움직인다. 오른쪽 벽은 오른쪽것을 왼쪽으로 움직여서 창문의 크기를 고정시킨다. 만일 확인이 수신되고 창문의 크기가 변하지 않는다면 이 세번째 벽은 오른쪽으로 움직여서 창문의 크기를 일정하게 유지한다(왜냐하면 왼쪽벽이 오른쪽으로 움직였기때문이다). 실례로 5개 바이트가 확인되고 창문의 크기가 변하지 않는다면 왼쪽 벽은 오른쪽으로 5byte 움직인다. 이로부터 창문은 줄어 들고 따라서 오른쪽벽은 창문의 크기가 일정해 지도록 오른쪽으로 5byte움직여야 한다. 만일 5byte가 확인되고 수신기가 창문의 크기를 10byte 증가시킨다면 오른쪽 벽은 오른쪽으로 15byte 움직여서 새로운 크기를 수용하도록 해야 한다.

다중화

전송효률을 개선하기 위하여 전송층은 다중화의 선택을 가진다. 이 층에서 다중화는 두가지 방향으로 일어 난다. 즉 올리(여러 전송층접속이 같은 망접속을 리용하는것)과 내리(하나의 전송층접속이 여러개의 망접속을 리용하는것)이다(그림 22-12).

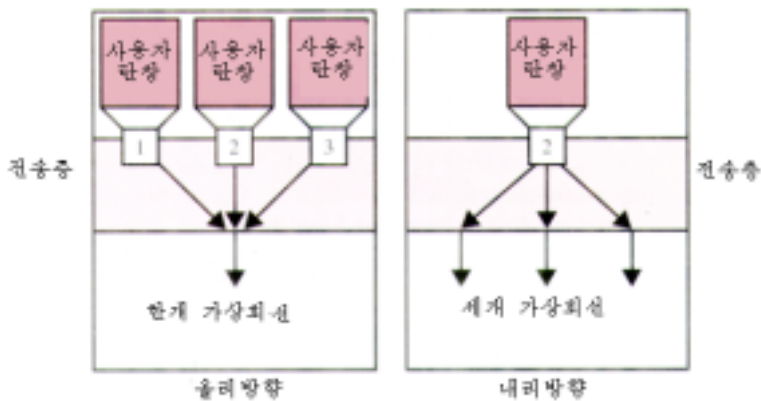



그림 22-12. 다중화

올리

전송층은 아래 세개 층봉사에 기초한 가상회선를 리용한다. 보통 기본망들은 매개 가상회선접속에 대하여 료금을 부담시킨다. 확립된 회로를 보다 효과적으로 리용하기 위해서 전송층은 같은 목적지에 속하는 전송들을 상층다중화로써 같은 행로를 따라 송신할수 있다. 이것은 기본망규약이 높은 처리능력을 가질 때(실례로 1Gbps정도) 사용자가 Mbps정도의 자료를 창조한다면 여러 사용자가 하나의 망접속을 공유할수 있다는것을 의미한다.

내리

내리다중화는 전송층이 단일접속을 몇개의 행들로 분할하여 처리능력(전달속도)을 개선하도록 한다. 이 선택은 기본망이 저속능력을 가질 때 유익하다. 실례로 어떤 망층규약

이 취급될수 있는 순서번호에 제한조건을 가진다. X.25는 세 비트번호코드를 리용하며 따라서 순서번호는 0−7까지 제한된다(8개 파케트만이 확인없이 송신될수 있다.). 이 경우에 처리능력은 수락할수 없을 정도로 낮을수 있다. 이 문제를 해결하기 위하여 전송층은 망층에서 여러개의 가상회선를 리용하여 처리능력을 개선할수 있다. 몇개의 자료토막을 단번에 보냄으로써 전달은 보다 빨라 진다(그림 22−12).

22.2. 접 속

종단−종단전달은 두가지 방식으로 할수 있다. 즉 접속지향과 무접속지향이다. 둘중에서 접속지향방식은 보다 일반적으로 리용된다. 접속지향규약은 송신기와 수신기사이에 호상망을 통하는 가상회선이나 행로를 확립한다. 통보에 속하는 모든 파케트들은 이 동일행로를 따라 전송된다. 전체 통보에 대하여 같은 행로를 리용하는것은 확인과정과 손상된 프레임들의 재전송을 편리하게 해준다. 그러므로 접속지향봉사는 일반적으로 믿음직한것으로 고려된다.

접속지향전송은 세 단계를 가진다. 즉 접속확립, 자료전송, 접속종결이다.

접속확립

통신장치가 다른 장치에 자료를 송신할수 있기전까지는 개시장치가 먼저 다른 장치와의 자료교환가능성을 결정하고 자료가 송신되는 망을 거쳐서 행로가 탐색되여야 한다. 이 단계를 접속확립이라고 한다(그림 22−13). 접속확립은 세 단계주고받기라는 세가지 작용을 요구한다.

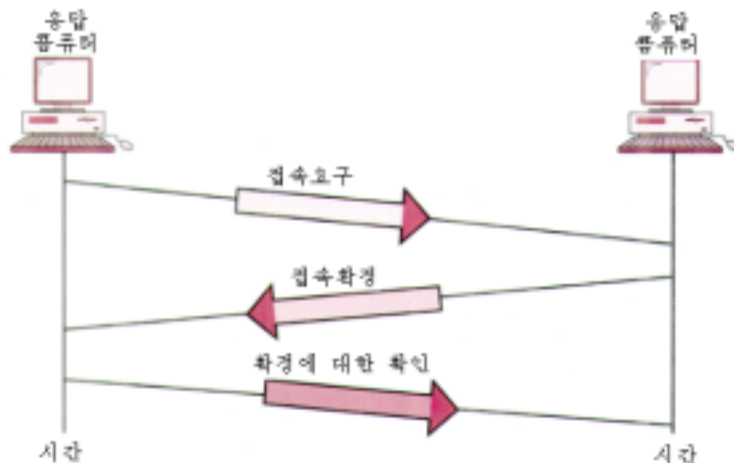



그림 22−13. 접속확립

- 접속을 요구하는 콤퓨터는 목적하는 수신기에 접속요구파케트를 보낸다.

- 응답콤퓨터가 요구콤퓨터에 확인파케트를 귀환시킨다.

요구콤퓨터가 확인에 대한 확인파케트를 귀환시킨다.

접속종결

자료가 다 전송된 다음에는 접속이 종결되여야 한다(그림 22−14).

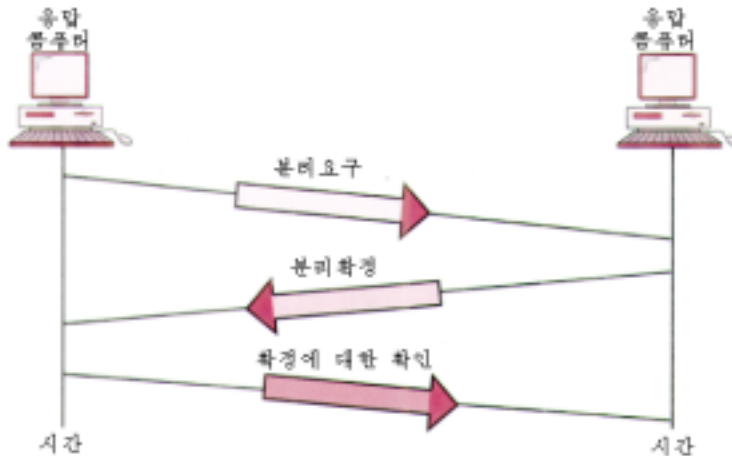



그림 22−14. 접속종결

접속종결도 또한 세 단계주고받기를 요구한다.

- 요구콤퓨터는 분리요구파케트를 보낸다.
- 응답콤퓨터는 분리요구를 확정한다.

요구콤퓨터는 확정을 확인한다.

22.3. OSI전송규약

실례로서 OSI모형의 전송층을 검토하자.

전송부류

여유 있는 봉사를 피하기 위하여 OSI모형은 5개 형태의 전송부류를 정의한다.

- TP0. 단순부류
- TP1. 기본오유회복부류
- TP2. 다중화부류
- TP3. 오유회복 및 다중화부류
- TP4. 오유검출 및 회복부류

어느 부류가 리용하는가 하는것은 웃층이 요구하는 봉사형식에 관계된다. 전송층은 이 요구들을 가능한 망봉사들에 결합시키려고 한다.

- TP0과 TP2는 완전한 망층들에 리용된다. 완전한 망층이란 파케트가 거의 손실 및 손상되지 않는것이다.
- TP1과 TP3은 오유 있는 망층들에서 리용된다. 오유 있는 망층이란 일부 오유가 교정되지 못한것이다.
- TP4는 믿음성 없는 망층에 리용된다. TP4는 TCP/IP규약묶음에서 TCP와 비슷한 완전믿음성전2중접속지향봉사를 보장한다.

전송규약자료단위(TPDU)

전송규약자료단위(TPDU)의 형식을 그림 22-15에 보여 주었다. 매개 TPDU는 4개의 일반마당(길이, 고정파라메터, 가변파라메터, 자료)으로 구성된다.

길이	고정파라메터	가변파라메터	자료

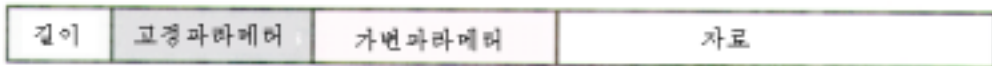



그림 22-15. TPDU

길이 길이마당은 첫 바이트이며 TPDU의 전체 바이트수(자기 자료도 포함)를 나타낸다.

고정파라메터 고정파라메터마당은 모든 전송층파케트들에 공통으로 있는 파라메터들과 조종마당을 포함한다. 그것은 5개 부분 즉 코드, 원천기준, 목적기준, 순서번호, 신용할당으로 구성된다.

- **코드** 코드는 자료단위형태를 식별한다. 실례로 CR는 요구, DT는 자료이다. ISO와 ITU-T에서 인정된 코드들은 다음과 같다.
  - CR : 접속요구
  - CC : 접속확인
  - DR : 분리요구
  - DC : 분리확인
  - DT : 자료
  - ED : 급송자료
  - AK : 자료확인
  - EA : 급송자료확인
  - RJ : 제거
  - ER : 오유
- **원천 및 목적기준** 원천 및 목적기준마당들은 발신송신기의 주소와 파케트의 최종 목적주소를 포함한다.
- **순서번호** 전송이 보다 작은 파케트전송으로 분할될 때 매개 토막에는 그 순서위치를 식별하고 번호가 붙는다. 순서번호는 목적지에서 확인, 흐름조종, 파케트기록을 위

하여 리용된다.

- **신용할당** 신용할당은 수신국이 송신기에게 확인을 기다리기전까지 송신기가 얼마나 더 자료단위를 송신할수 있는가를 말해 주는것이다. 그것은 수신기가 현재의 미끄럼창문이나 흐름조종을 페지시키고 처리요구에 따라 임의의 순간에 할당을 변화시키도록 한다. 신용할당은 흐름조종을 확인과 분리시키며 이것은 송신기와 수신기가 같은 크기의 미끄럼창문을 가질 필요가 없다는것을 의미한다. 실례로 원격국은 AK3과 신용 7을 귀환시킬수 있다. 이 조합은 송신기에서 모든 단위들에 두개까지는 정확히 수신되였고 다음 기대되는 단위는 3번이며 송신기가 또 다른 확인을 기다려야 하기전까지 7개가 더 송신될수 있다는것을 말해 준다.

가변파라메터 TPDU의 가변파라메터구간은 드문히 나타나는 파라메터를 포함한다. 이 조종코드들은 대부분 관리를 위하여 리용된다(실례로 경로조종기의 믿음성검사).

자료 TPDU의 자료구간은 웃층에서 오는 규칙적인 자료 또는 기대되는 자료를 포함한다. 급송자료는 순서외로 취급되여야 하는 높은 우선권통보로 구성된다. 긴급요구(원격등록가입중단지령 등의)는 수신기의 입구대기렬을 무시하고 그것이 돌아 오기전에 수신된 파케트들보다 먼저 처리된다.

접속지향과 무접속봉사

OSI모형은 접속지향 및 무접속전송봉사를 다 지원한다. 이들중에서 접속지향봉사가 가장 일반적으로 리용된다.

접속지향전송봉사

접속지향전송봉사(COTS)는 우선 두 원격실체들사이의 가상회선를 창조한다. 그러면 COTS는 웃층에 대하여 네가지 봉사가 가능하게 한다. 즉 T-DATA, T-CONNET, T-FXPEDITED-DATA, T-DISCONNECT(T는 전송층을 의미). OSI모형의 웃층과 아래층에 대한 이 봉사들의 관계를 그림 22-16에 보여 주었다.

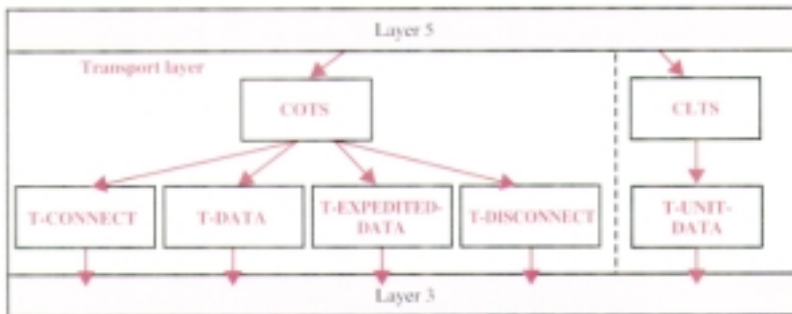



그림 22-16. OSI모형의 전송층규약

CSTS의 웃층사용자는 먼저 T−CONNECT봉사를 리용하여 원격장치에 대해서도 같은 기능을 가진 전2중전송접속을 설정한다. 전송접속의 확립기간에 사용자가 바라는 봉사질(QoS)을 교섭하고 보통 및 급송자료전송방법을 선택할수 있다.

접속이 일단 확립되면 두 끝은 T−DATA나 T−EXPEDITED−DATA를 리용하여 자료를 전송할수 있다. T−DATA는 비확인검사를 보장하지만 여전히 믿음성이 있다. 성과적으로 전달된 파케트들은 확인되지 않는다. 그러나 만일 고장이 생기면 전송봉사제공자는 송신기에 고장을 통지하여 교정이 진행되게 한다.

T−DATA TPDU로 나를수 있다. 사용자자료량은 교환하는 두쪽에서 교섭된 크기로 제한된다.

T−EXPEDITED−DATA봉사가 리용된다면 지급자료의 량은 16byte로 제한된다(일반적인 문의).

사용자나 전송봉사제공자나 T−DISCONNECT봉사를 위하여 자료전송기간의 임의의 시간에 전송접속을 종결지을수 있다. T−DISCONNECT는 파괴적이다. 전송중에 있는 자료도 이것이 요청되면 손실될수 있다. T−DISCONNECT는 또한 전송층봉사제공자나 호출된 사용자가 리용하여 접속요구를 거절할수도 있다.

무접속전송봉사

무접속전송봉사(CLTS) 한가지의 웃층봉사망을 모집한다. 즉 T−UNIT−DATA.

T−UNIT−DATA는 모든 전송에 대하여 독자적인 한개 자료단위를 보장한다. 매개 단위나 전달을 위한 모든 규약조종정보를 포함하자면 순서화나 흐름조종은 보장하지 않는다.

2 2. 4. 실마리어

내리다중화	접속지향전송
련결	접속지향전송봉사(COTS)
무접속전송봉사(CLTS)	접속요구
믿음성전달	접속종결
봉사질(QoS)	중복조종
봉사접근점	종단−종단통보전달
손실조종	전송부류
순서조종	전송층
순서번호	전송규약자료단위(TPDU)
신용할당	토막화
세 단계주고받기	오유조종
접속확립	올리다중화
접속지향봉사	원천−접근전달

22.5.요약

- 전송층은 통보를 원천에서 목적으로 보내는데 필요한 조작을 은페함으로써 자료전송이 웃층에 대하여 투명하게 한다.
- 자료련결층과 전송층은 많은 같은 의무를 수행한다. 단일망에서 자료련결층이 작용한다면 전송층은 호상망에서 동작한다.
- 전송층은 포구나 봉사접근점을 요구한다.
- 믿음성전달은 오유조종, 순서조종, 손실조종, 중복조종을 요구한다.
- 전송층에서 흐름조종은 세개 벽미끄럼창문에 의하여 취급된다.
- 다중화는 전송층에서 내리 또는 올리할수 있다.
- 접속확립과 종결은 다 세 단계주고받기로서 진행된다.
- 전송층은 종단-종단전달, 토막화, 련결을 담당한다.
- 전송층은 두가지 봉사형태를 지원한다.
  ㄱ) 접속지향 전송봉사(COTS)
  ㄴ) 무접속지향전송봉사(CLTS)
- 전송규약자료단위 (TPDU)형식은 4개 마당으로 구성된다.
  ㄱ) 길이
  ㄴ) 고정파라메터
  ㄷ) 가변파라메터
  ㄹ) 자료
- 다섯개 형태의 전송부류는 낮은 층의 믿음성에 기초한다. TP4부류는 TCP/IP모임의 TCP와 비슷하다.

22.6.련 습

복습문제

1. 전송층의 많은 임무들은(흐름조종, 믿음성전달) 자료련결층에서도 취급된다. 이것은 중복된 노력인가? 왜 그런가? 또는 왜 아닌가?
2. 자료련결층에서의 미끄럼창문규약과 전송층에서의것을 비교하시오.
3. 접속지향전송봉사가 거치는 세 단계는 무엇인가?
4. OSI모형에서 정의된 접속봉사 두가지는 무엇인가?
5. 전송층과 OSI웃층들사이의 관계를 고찰하시오.
6. 전송층과 OSI아래층들사이의 관계를 고찰하시오.
7. 전송층봉사의 5개 기본부류는 무엇인가?
8. 전송층에서의 종단-종단전달과 망층에서의 종단-종단전달사이의 차이는 무엇인가?
9. 봉사접근점은 왜 필요한가?
10. 어떤 인자가 믿음성전달을 결정하는가?

11. 왜 순서조종이 필요한가?
12. 언제 올리다중화가 리용되는가?
13. 언제 내리다중화가 리용되는가?
14. OSI모형에서 정의된 5가지 전송부류는 무엇인가?
15. TPDU의 마당들은 무엇인가?
16. TPDU에서 신용할당의 개념을 정의하시오.

선택문제

17. 전송층은 ____층과 같은 형식의 기능을 수행한다.
   ㄱ) 대화
   ㄴ) 망
   ㄷ) 자료련결
   ㄹ) 물리

18. 종단-종단전달은 _____의 통보이동이다.
   ㄱ) 한 국에서 다음 국까지
   ㄴ) 한 망에서 다음 망까지
   ㄷ) 원천에서 목적까지
   ㄹ) 이중에 없음

19. 어떤 주소화형식이 전송층에서 특별히 리용되는가?
   ㄱ) 국주소
   ㄴ) 망주소
   ㄷ) 응용프로그람포구주소
   ㄹ) 대화주소

20. 오유조종은 _____발생하는 잠재적인 오유때문에 전송층에서 필요하다.
   ㄱ) 전송회선잡음으로부터
   ㄴ) 경로조종기에서
   ㄷ) 순서어김전달로부터
   ㄹ) 파케트손실로부터

21. 자료토막이 정확한 순서로 도착하도록 하는것은 ______조종이다.
   ㄱ) 오유
   ㄴ) 순서
   ㄷ) 손실
   ㄹ) 중복

22. 통보의 모든 자료파케트가 목적지에 전달되도록 하는것은 ___조종이다.

ㄱ) 오유

ㄴ) 순서

ㄷ) 손실

ㄹ) 중복

23. 두개의 일치한 자료파케트가 목적지에 도착한다면 _____조종이 작용하지 못하고 있다.

ㄱ) 오유

ㄴ) 순서

ㄷ) 손실

ㄹ) 중복

24. 어느 전송부류가 완전한 망층에서 리용되여야 하는가?

ㄱ) TP0과 TP2

ㄴ) TP1과 TP3

ㄷ) TP0, TP1, TP3

ㄹ) TP0, TP1, TP2, TP3, TP4

25. 어느 전송부류가 오유있는 망층에서 리용되여야 하는가?

ㄱ) TP0과 TP2

ㄴ) TP1과 TP3

ㄷ) TP0,TP1,TP3

ㄹ) TP0, TP1, TP2, TP3, TP4

26. _____봉사에서 접속은 확립되고 종결되여야 한다.

ㄱ) 무접속

ㄴ) 접속지향

ㄷ) 토막화

ㄹ) 이중에 없음

27. _____봉사에서 접속확립은 필요없다.

ㄱ) 무접속

ㄴ) 접속지향

ㄷ) 토막화

ㄹ) 이중에 없음

28. 전송층에서 _____은 무접속봉사이다.

ㄱ) CONS

ㄴ) CLNS

ㄷ) COTS

ㄹ) CLTS

29. 가상회선은 _____봉사와 련관된다.

ㄱ) 무접속

ㄴ) 접속지향

ㄷ) 토막화

ㄹ) 이중에 없음

30. _____봉사에서 한개 전송의 파케트들은 각이한 행로를 따라서 원천에서 목적지로 이동한다.

ㄱ) 무접속

ㄴ) 접속지향

ㄷ) 토막화

ㄹ) 이중에 없음

련습문제

31. 미끄럼창문의 왼쪽 모서리가 바이트1,201의 시작점에 있다. 창문의 크기는 2,000byte 이다. 만일 800byte가 전송되고 확인이 없다면 세 벽의 위치를 밝히시오(그림 22−17).

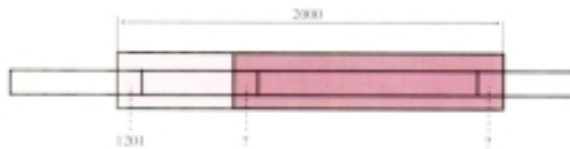



그림 22−17. 문제 31−37

32. 그림 22−17에서 800개의 파케트가 송신되고 바이트 1,701이 확인되였다. 창문의 크기는 2,200으로 늘어 났다. 벽들의 위치는 어디인가?

33. 그림 22−17 에서 700개의 바이트가 송신되고 바이트 16이 확인되였다. 창문크기는 800으로 줄어 들었다. 벽들의 위치는 어디인가?

34. 2,000개의 바이트가 송신되였다. 확인이 없다. 벽들의 위치는 어디인가?

35. 그림 22−17에서 왼쪽과 가운데 벽들은 언제 겹치는가?

36. 그림 22−17에서 오른쪽과 가운데 벽들은 언제 겹치는가?

37. 그림 22−17에서 세 벽들은 언제 겹치는가?

제23장. OSI의 웃층들

OSI모형의 웃층들 즉 대화층, 표현층, 응용층은 사용자층으로 고찰된다. 그것들은 우선 쏘프트웨어로 실현된다. 많은 규약들(TCP/IP, Novell 등)에서 이 층들의 봉사는 응용층이라는 한개 층에 의하여 실현된다. 이런 리유로 이것들을 이 장에서 함께 고찰한다.

23.1. 대화층

OSI모형의 제5층이 대화층이다. 대화층은 통신 웃층들사이(통신은 사용자 또는 응용들사이에서 있을수 있다.)의 대화를 확립하고 유지하며 동기화시킨다. 이 대화층은 또한 부정확한 디스크구획, 인쇄기에서 종이 없음 등의 오유준위문제들을 취급한다. 대화층이 사용자층으로 서술되기는 하지만 그것은 흔히 체계쏘프트웨어에 의하여 조작체계안에서 실현된다.

대화층의 개념을 그림 23-1에서 보여 주었다. 대화층은 후퇴-회복형식의 교환을 관리한다. 우리가 응용프로그람들사이의 호상작용을 관리하는 체계를 요구한다고 하자. 이 체계에서 사용자응용프로그람은 파일이나 처리자료를 서로 통신하고 교환할수 있어야 한다. 매개 사용자응용프로그람의 활동을 어떻게 조화시키겠는가? 매개 응용프로그람을 파일이나 처리자료를 임의의 순간에 전송하게 할수 있는가? 주기적인 검사점을 보장하여 응용프로그람이 자기의 작업을 후원하고 처리로부터 회복하게 할수 있는가? 그 처리는 반2중인가? 전2중인가? 반2중이라면 흐름방향을 어떻게 조종하는가? 이러한 문제점들이 대화층의 담당몫이다.

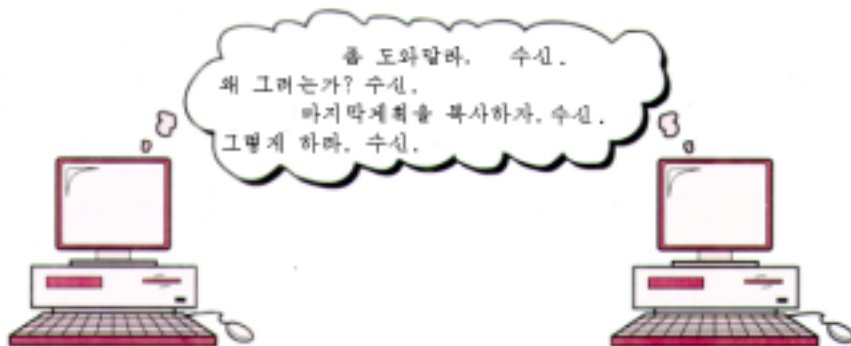



그림 23-1. 대화층대화

대화층의 봉사

- 응용층사이의 대화접속과 분리를 조종하는것
- 자료교환을 위하여 동기점을 보장하는것
- 누가 언제 보내는가를 조종하는것
- 자료교환이 대화가 끝나기전에 완성되도록 하는것(친절한 닫기

대화층과 전송층사이의 호상작용

친절한 닫기개념은 전송층의 동작과 대화층사이의 호상관계를 보여 준다. 전송층은 갑작스러운 분리를 진행할수 있다. 한편 대화층은 사용자들에게 봉사할 의무를 지니고 있으므로 대화는 친절한 결과가 얻어 질 때까지 분리할수 없다.

우리가 은행의 자동현금장치(ATM)에서 현금을 얻으려고 한다고 하자. 이때 각이한 반2중방식의 자료교환으로 이루어 진 대화에 들어 간다. 우선 우리가 ATM카드를 기계에 넣고 그 응답을 받아서 PIN, 거래형태, 현금량을 입구한다. 그다음 콤퓨터가 카드와 PIN, 잔고를 검사하는 동안 기다린다. 이 모든것들이 검증되면 되찾은 량만큼 잔고를 갱신하고 ATM에 현금을 내줄것을 지령한다.

그러나 망에서 무엇인가 잘못되여 현금을 내주라는 통보가 기계에 가닿지 못한다고 하자. 이때 예금자리에서는 되찾은 량만큼 덜어 졌지만 현금을 받을수 없게 된다. 다행히도 대화층은 이러한 문제들을 조종하고 있다. 우선 그것은 모든 단계가 완성될 때까지 처리가 끝나지 않게 한다. 그것은 예금을 갱신해야 하며 그러나 ATM에서 금액이 전달되였다면 확인을 받을 때까지는 그 갱신이 미결인것으로 해둔다. 전송층은 현금을 내주라고 통보를 기계에 전달하고 탈퇴한다. 대화층은 처리가 실제적으로 완료되였다는 확인을 받을 때 까지 끝마칠수 없다. 그것은 또 다른 전송층접속으로 대화를 계속할수 있다.

전송층은 일부 과제를 수행하도록 허용되지만 대화층은 다 하거나 하나도 하지 말아야 한다.

대화-전송통신

이 봉사들이 동작하기 위해서는 대화층이 전송층과 통신해야 한다. 이 통신은 세가지 형식일수 있다. 즉 1:1, N:1, 1:N이다(그림 23-2).

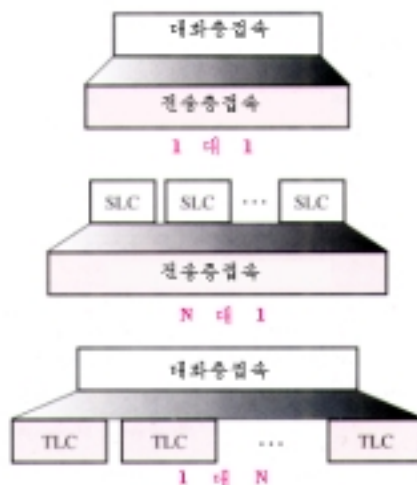



그림 23-2. 대화-전송층통신

1:1통신에서 매개 전송층접속을 위하여 한개의 대화층접속이 있다. N:1통신에서는 여러개의 대화층접속이 한개 전송층접속봉사를 공유한다. 1:N통신에서는 한개 대화층접속이 과제를 취급하는데 많은 전송층접속을 필요로 한다.

동기점

이미 본바와 같이 전송층은 완전한 믿음성으로 전송을 하기 위한 책임을 지고 있다. 그러나 전송이 목적지까지 전달된후 그것이 리용될수 있기전에 오유가 생긴다면(처리쏘프트웨어에서의 오유로 하여) 어떻게 하겠는가? 대화층은 전달이 되였지만 취급되지 않는 자료를 회복하기 위하여 동기점이라는 구조를 보장한다.

정보흐름을 조종하고 쏘프트웨어와 조작후 오유로부터 회복하기 위하여 대화층은 자료에 기준점이 도입되게 한다. 사용자는 봉사형식에 따라 이 점들을 사용자확인을 호출하거나 자료회복을 위하여 되돌이방법을 보장할수도 있다.

두가지 형식의 동기점이 리용된다. 즉 기본과 비기본, 기본동기점은 교환을 대화렬로 나눈다. 일반적으로 매개 기본동기점들은 대화가 계속되기전에 확인되여야 한다. 만일 오유가 발생하면 자료는 마지막기본점까지만 회복될수 있다. 대화층활동은 한개 대화이거나 기본동기점들로 분리된 여러개의 대화일수 있다.

비기본동기점들은 대화의 중간에 끼우며 응용에 따라 확인을 요구할수도 있고 안할수도 있다. 그것들은 우선 보호덮개이다. 오유가 발생하면 조종은 그 대화안의 하나 또는 그 이상의 동기점 뒤로 돌아 가서 자료를 회복한다. 동기점의 두가지 형식을 그림 23-3에 보여 주었다.

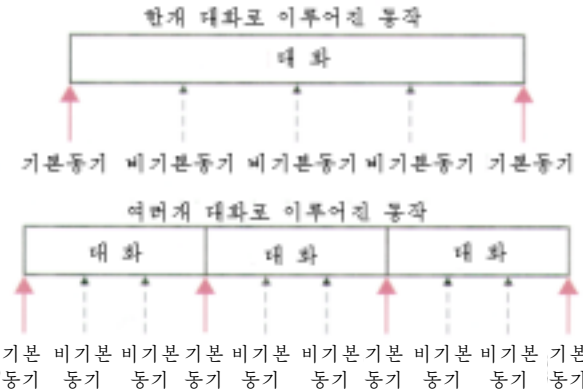



그림 23-3. 동기점

소비자자료기지가 한 곳에서 다른 곳으로 전송된다고 하자. 전송은 세시간 걸린다. 80min 후에 고장이 일어 나 통신이 중단되였다. 통신이 다시 개시될 때 체계는 마지막기본동기

점에 돌아 가서 그전부터의 자료를 재송신할수 있다.

> 기본동기점은 확인되여야 한다. 만일 오유가 있다면 조종은 마지막기본동 |점까지 되돌아 가야 한다. 비기본동기점은 확인될 필요가 없다. 그것들은 보호 {개일뿐이다. 오유가 생기면 조종은 하나 또는 그이상이 동기점뒤로 돌아 가며 ㄱ 료를 다시 송신할수 있다.

대화규약자료단위

대화층은 36개의 대화규약자료단위(SPDU)형태를 지원한다. 이 모든것들은 같은 일반형식을 따른다(그림 23-4). 마당들은 다음과 같다.

- **SPDU식별자(SI)** SPDU식별자는 자료단위의 형태를 나타낸다.
- **길이 지시자(LI)** 길이지시자는 SPDU파라메터마당의 길이를 준다.
- **파라메터그룹정보/파라메터정보(PGI/PI)** 이 마당은 조종정보와 봉사자료특성를 포함한다.

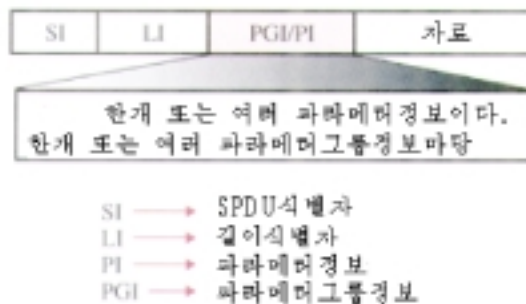



그림 23-4. SPDU

23.2. 표현층

OSI모형에서 6번째 층이 표현층이다. 이 층에서 수행되는 기능변환, 암호화/복호화, 확증, 압축이다(그림 23-5).

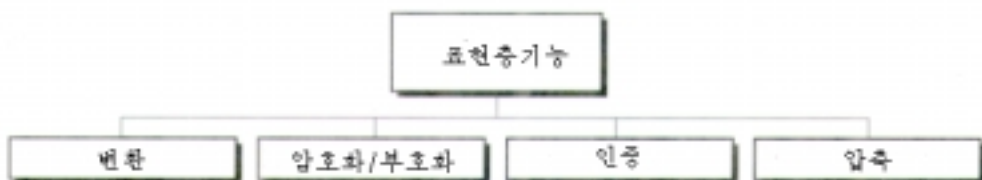



그림 23-5. 표현층기능

변환

정보토막의 내부표현은 여러가지 장치들에 대하여 매우 다양하다. 실례로 한 콤퓨터는 문자렬을 ASCII코드형식으로 기억시킬수 있다(부록 A). 다른 콤퓨터는 그것을 EBCDIC 코드형태로 기억시킬수 있다. 만일 정보토막이 한 콤퓨터에서 ASCII형식으로 송신되여 다른 콤퓨터에서 EBCDIC형태로 해석된다면 그 결과는 뭐가 뭔지 모를것이다. 표현층은 이런 문제를 해결할 임무를 지니고 있다.

문제는 직접적으로 또는 간접적으로 해결될수 있다. 직접변환방법에서(한방향통신을 가정한다. 반2중, 전2중방식은 거의 같다.) ASCII코드가 수신기에서 EBCDIC 코드로 변화된다. 간접방식에서는 ASCII코드가 송신기에서 규격형식으로 변환되고 수신기에서 EBCDIC로 변환된다(그림 23-6).

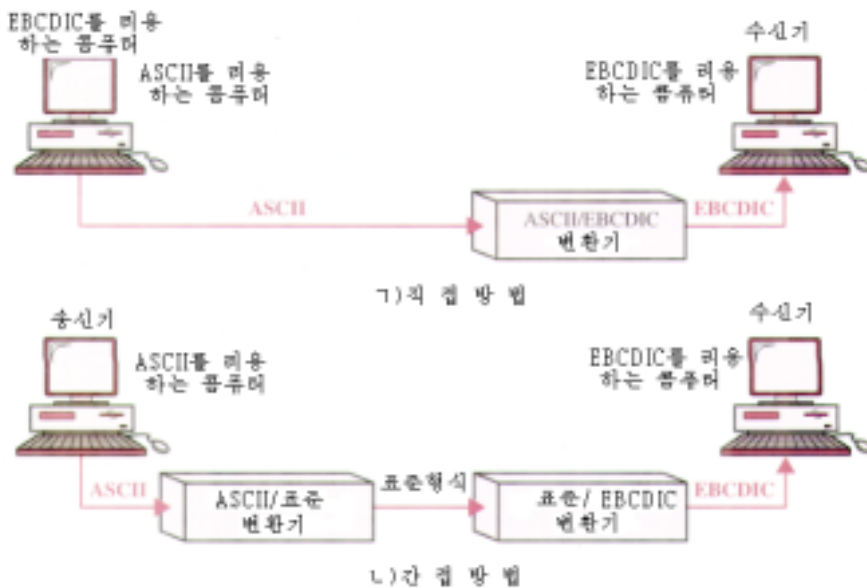



그림 23-6. 직접 및 간접변환방법

직접방법은 대부분 경우에 접속할수 없다. 만일 한 콤퓨터가 여러 콤퓨터와 통신하고 있다면 그것은 여러개의 변환표를 필요로 한다.

간접방법은 OSI에서 권고된다. 그 권고된 모형을 추상명사표기 1(ASN1)이라고 한다. 이 모형은 변환문제만 고찰하는것이 아니라 자료의 다양성(본문, 프로그람 등)과 자료기억의 다양성(콤퓨터들이 자료를 서로 다른 해석으로 기억시킨다.) 등의 기타 형식화문제로 취급한다.

ASN1을 실현독립형식으로 자료형식을 정의하고 구조를 보장한다(옹근수, 실수, 비트, 렬 등). ASN1는 대상의 개념을 리용한다. 대상은 한 표시로부터 다른 표시로 쉽게 변환될수 있는 형식과 값을 가진 정보실체로 정의된다.

비슷한 실례로서 어느 나라에서 소다수를 주문한다고 하자. 그 나라말에는 소다수라는 단어가 없다. 소다수라고 계속 주문하는데 그 응답을 받지 못하기보다는 소다

수의 물리적요소를 식별하고 사전에서 탄산수라는 단어를 찾는다. 소다수는 특정언어의 개념이다. 그러나 탄산수는 여러 언어들로 번역될수 있는 추상적인 표현인것이다. ASN1은 소다수를 그 성분들에 의하여 탄산과 물로 정의하는데 대한 OSI등가물이다.

암호화/복호화

중요한 자료(군사 및 재정자료)를 나르기 위해서는 체계가 비밀을 담보할수 있어야 한다. 그러나 극초단파, 위성 및 기타 무선매체들은 비법적수신 및 송신으로부터 보호되지 못한다. 케블체계들도 항상 비법적인 접근을 방지할수 있는것은 아니다. 케블은 외딴 곳(지하층)을 통하여 지나가며 케블에 대한 부당한 접근과 비법적인 정보수신의 기회를 준다.

어떤 체계가 전송매체에 대한 비법적인 접근을 완전히 막는 다른것은 거의 불가능하다. 정보를 보호하는 보다 현실적인 방법은 그것을 합법적인 수신기만이 리해될수 있도록 변화시키는것이다. 자료조작은 새로 나온것이 아니며 콤퓨터시대에 유일한것이 아니다. 사실 정보를 비법적인 수신자가 읽을수 없게 하는 노력은 쥴리우스 씨저(B. C. 100−44)로부터 시작되였다. 오늘날의 방법은 정보암호화와 복호화라고 한다. 암호화는 송신기가 본래 정보를 다른 형태로 변형시키고 해득하기 어려운 통보를 망에 내보내는것이다. 복호화는 통보를 다시 본래형태로 변한하기 위하여 암호화과정을 거꾸로 하는것이다.

그림 23−7은 기본암호화/복호화과정을 보여 준다. 송신기는 암호화알고리듬과 열쇠를 리용하여 평문(본래통보)을 암호본문(암호화통보)으로 변환한다. 수신기는 복호화알고리듬과 열쇠를 리용하여 암호부분을 진짜본문으로 변환한다.

그림 23−7. 암호화와 복호화의 개념

암호화와 복호화방법은 두가지 부류로 갈라 진다. 즉 비밀열쇠와 공개열쇠(그림 23−8).

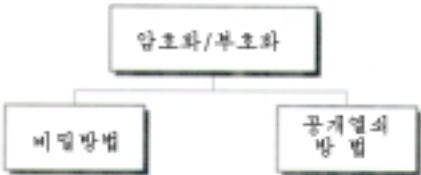



그림 23−8. 암호화/복호화방법

비밀열쇠방법

재래식암호화방법에서 암호열쇠(Ke)와 복호열쇠(Kd)는 같으며 비밀이다. 이 방법은 크게 문자지향암호화와 비트지향암호화로 나누인다.

문자지향암호화 이 방법에서 암호화는 문자준위에서 진행된다.

문자지향암호화에서도 두가지가 있다. 치환법과 전위법

- **치환법** 문자지향암호화의 가장 단순한 형식은 치환암호화이다. 단일문자치환에서(때때로 씨저암호라고도 한다.) 매개 문자는 그 문자모임의 단일문자로 교체된다. 단일문자암호화알고리듬을 단순히 문자의 ASCII코드에 어떤 수자를 더한다. 복호화알고리듬은 단지 ASCII코드에서 그 속을 던다. Ke와 Kd는 같은데 그림 23-9에서 그 관계를 보여 주었다. 열쇠값은 3이며 매개 문자는 세개 앞선 문자로 교체된다는것을 의미한다(D는 G로, E는 K로 등). 간단히 하기 위하여 공백문자는 부호화하지 않는다. 만일 치환된 문자가 Z를 벗어 난다면 그것은 다시 되돌아 와 겹친다.

그림 23-9. 단일문자치환

단일문자치환은 매우 단순하다. 그러나 그 코드는 정찰자들이 쉽게 해득할수 있다. 그 리유는 이 방법이 리용되는 언어에서 문자의 번호수를 감출수 없기때문이다. 실례로 영어에서 가장 많이 리용되는 문자는 E, T, O, A이다. 정찰자는 어느 문자가 가장 많이 리용되였는가를 알아내서 쉽게 그 부호를 해득할수 있다. 그 문자를 E로 바꾼다. 그다음으로 많이 리용되는 문자를 찾아서 T로 바꾼다.

혼합문자치환에서서는 문자가 발생하면 각이한 치환을 해준다. 혼합문자암호화기술은 본문에서 문자의 위치를 찾고 그 값을 열쇠로 리용하는것이다.

그림 23-10. 혼합문자치환

그림 23−10은 그림 23−9와 같은 진짜본문을 리용하고 혼합문자치환의 실례를 보여준다. 여기서 단어 《DEAR》가 두번 나오는데 서로 달리 암호화된다.
이 방식에서 문자들의 빈도수는 보존되지 않으며 풀기가 더 어려워 진다. 그러나 이것도 매우 안전하지는 못하다. 그 리유는 《DEAR DEAR》가 《EGDV JLIA》로 바뀌여 지면 《EGDV》와 《JLIA》에서 문자순서는 여전히 같고 보다 경험 있는 정찰자가 쉽게 해득할수 있기때문이다.

혼합자치환의 한가지 실례는 비그너의 암호이다. 이 방식에서 열쇠는 2차원표(26×26)인데 매개 행은 26개 문자(A−Z)의 혼합이다. 문자를 교체하기 위하여 알고리듬은 본문에서 문자의 위치를 찾는다. 그 위치가 행번호로 된다. 다음 알파베트순서로 그 위치를 찾아서 그것을 렬번호로 한다(A는 1, B는 2 등). 알고리듬은 그 결과행번호에 대응하고 문자로서 치환한다.

- **전위법** 보다 더 안전한 방법으로서 전위암호화인데 문자들은 자기의 진짜본문을 유지하는데 그 위치가 변화되여 암호문을 만든다. 본문은 2차원표로 조직되며 렬들이 열쇠에 따라 서로 교환된다. 실례로 진짜평문을 11렬의 표로 만들고 교환규칙을 지시하는 어떤 열쇠에 따라 그 렬들을 다시 재조직할수 있다. 그림 23−11은 전위암호화의 실례를 보여 준다. 열쇠는 어느 렬들이 교환되여야 하는가를 정의한다. 예측하는바대로 전위암호화는 그렇게 안전한것이 못된다. 문자빈도수는 보존되며 정찰자는 시행착오의 방법으로 평문을 알아 낼수 있다.

그림 23−11. 전위암호화

비트지향암호화 비트지향암호화기술에서 본문, 그라프, 음성, 영상으로서의 자료가 우선 비트블로크로 나누어 지고 다음 부호화/해신, 혼합, 치환, 배타론리합, 회전 등에 의하여 교체된다.

- **부호화/해신** 부호화와 해신에서 해신기는 $n$bit의 입구를 2^nbit의 출구중 하나로 변환한다. 출구량은 입구에 의하여 결정된 위치에서 한개만 가져야 한다. 한편 부호기는 2^n개의 입구와 n개의 출구를 가진다. 입구량은 하나만 있다. 그림 23−12는 2bit해신기와 부호기를 보여 준다.
- **혼합** 혼합은 사실상 비트준위의 전위이다. 간단한 혼합에서 입구와 출구에서의 비트수는 보존된다. 위치만이 변한다.

압축혼합에서는 비트수가 줄어 든다(어떤 비트는 없어 진다.).

확장혼합에서는 비트수가 증가한다(어떤 비트는 반복된다.).

혼합장치는 회로적으로 쉽게 만들어 질수 있으며 그 동작은 매우 빠르게 수행된다. 이 장치를 P복스라고 한다. 그림 23-13은 P복스를 리용한 세가지 혼합형태를 보여 준다.

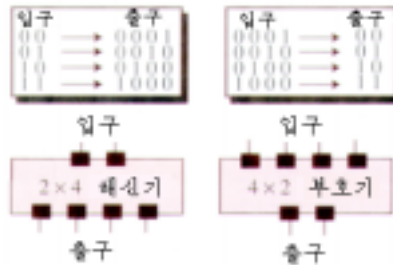



그림 23-12. 부호화/해신

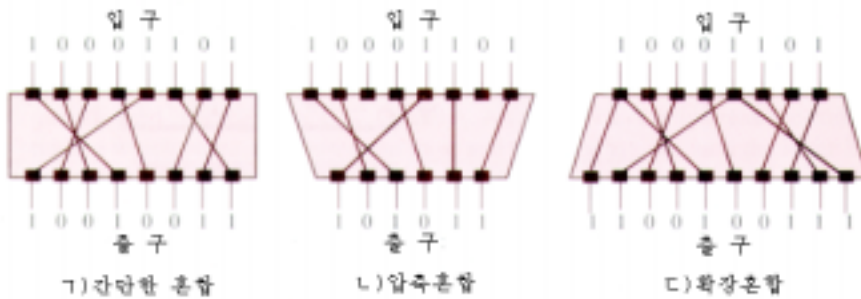



그림 23-13. 혼합

- **치환** *n*개 비트를 다른 *n*개 비트로 치환하는것은 P복스와 부호기, 해신기들의 조합으로 달성될수 있다. 그림 23-14는 2bit S복스를 보여 준다. 해신기는 2bit를 4bit로 변화시킨다. P복스는 1의 위치를 변화시킨다. 부호기는 4bit를 2bit로 변환한다.

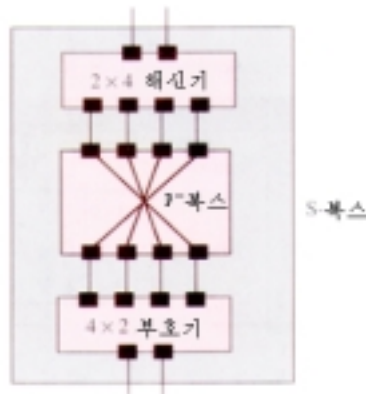



그림 23-14. 치환

- **곱하기** P복스와 S복스가 조합되여 곱하기로 된다. 곱하기는 그림 23−15와 같이 S 및 P복스의 여러 단으로 이루어 진다.

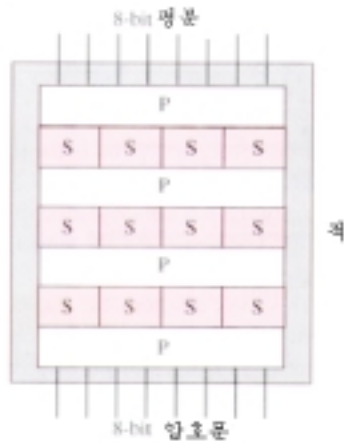



그림 23−15. 곱하기

배타론리합 비교준위에서 매우 흥미 있는 자료조작은 배타론리합(XOR)이다. 두 비트에 대한 XOR연산결과는 둘다 같을 때 0이고 다를 때는1이다. 입구와 열쇠는 XOR연산되여 출구를 창조한다. 그림 23−16은 한 실례를 보여 준다. 그림에서 보는바와 같이 XOR연산은 호상적이다. 즉 같은 열쇠를 리용하여 암호문으로부터 평문을 다시 만들어 낼수 있다.

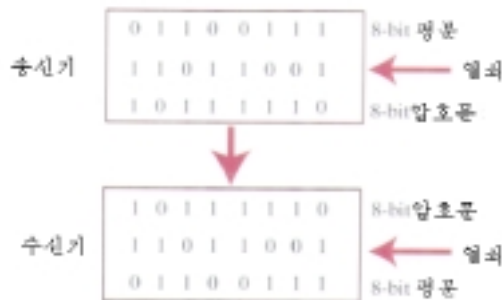



그림 23−16. 배타론리합

회전 비트패턴을 암호화하는 또 하나의 방법은 비트들을 오른쪽 또는 왼쪽으로 회전시키는것이다. 열쇠는 비트의 회전수이다. 그림 23−17은 평문을 회전시켜 암호문을 만든것을 보여 준다.

자료암호화규격(DES)

비트준위암호화의 한가지 실례는 자료암호화규격(DES)이다. DES는 IBM에서 설계하였

으며 리용되고 있다. 비군사적, 비기밀적인 규격암호화방법으로 리용되고 있다.

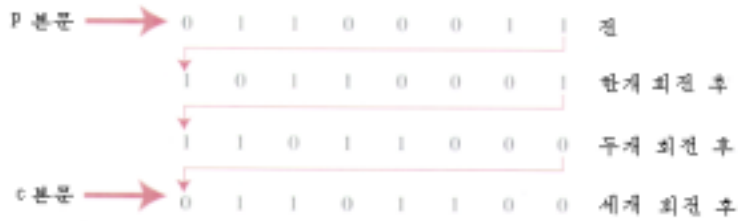



그림 23-17. 회전

알고리듬은 56bit의 열쇠를 리용하여 64bit의 평문을 암호화한다. 본문은 19개의 복잡한 절차를 거쳐 64bit의 암호문을 창조한다.

그림 23-18은 DES의 원리도를 보여 준다. 첫번째와 마지막 두 단계는 상대적으로 단순하다. 그러나 2~17단은 복잡하며 매개는 전위, 치환, 교환, XOR, 회전의 조합인 보조단계를 요구한다. 2~17단계는 같다고 해도 매개는 본래 열쇠에서 유도된 각이한 열쇠를 리용한다. 추가적인 복잡성은 매 단계가 앞단계의 출구를 입구로 리용하기때문에 생긴것이다.

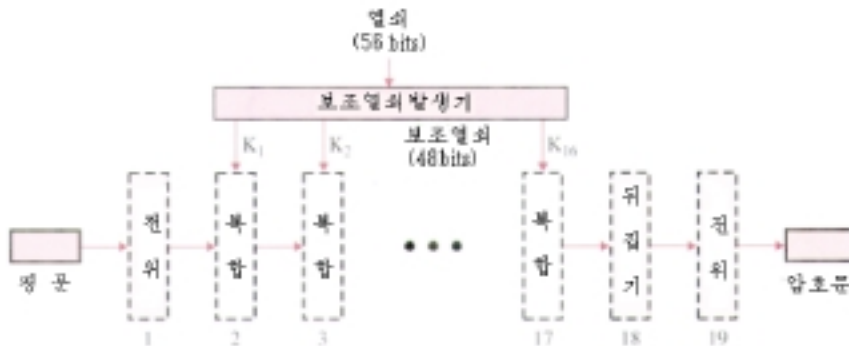



그림 23-18. DES

그림 23-19는 56bit의 열쇠가 매개가 48bit인 16개의 보조열쇠를 어떻게 발생시키는가를 보여 준다. 그림 23-20은 16개의 복잡한 단계들에 포함된 조작들을 보여 준다.

공개열쇠방법

비밀열쇠방법에서 복호화알고리듬은 항상 암호화알고리듬의 역이며 같은 열쇠를 리용한다. 암호화알고리듬과 열쇠를 알면 누구든지 복호화알고리듬을 얻어 낼수 있다. 이런 리유로 하여 안전성은 전 과정이 비밀로 될 때만 담보된다.

그러나 송신기와 수신기가 많은 경우에 이런 준위의 비밀은 불편하다. 실례로 은행이 거래자들에게 그들의 예금자리에 원격접근을 보장하려고 한다고 하자. 재래식암호화를 리용하여 매 거래자가 자기의 구좌에만 접근하도록 하자면 은행은 수백만개의 암호화알고리

듬과 열쇠를 만들어야 할것이다. 한편 은행이 매 거래자들에게 같은 알고리듬과 열쇠를 준다면 거래자들의 비밀이 담보되지 못할것이다.

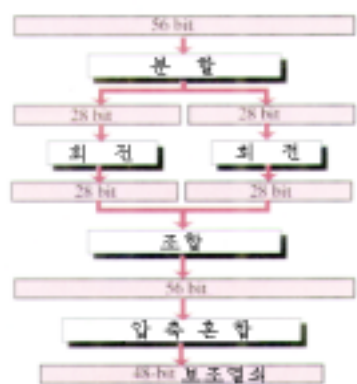



그림 23-19. DES에서 보조열쇠발생

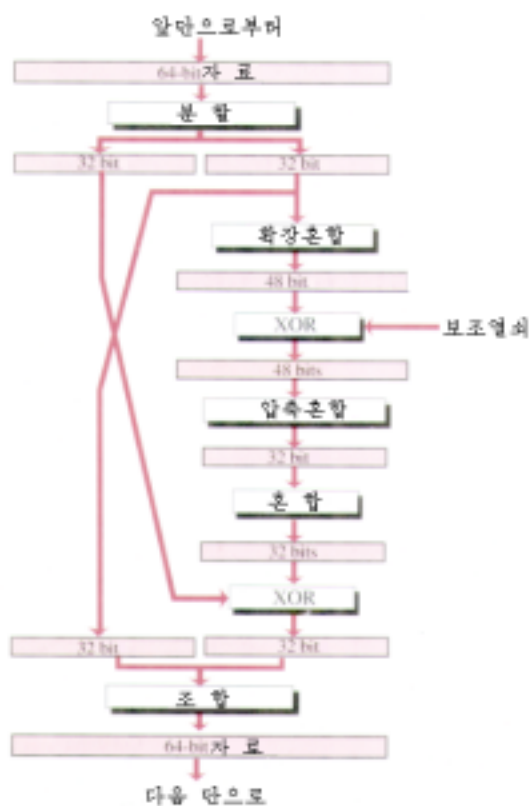



그림 23-20. DES에서 16개중의 하나

그 해결방법이 공개열쇠암호화이다. 이 방법에서 매 사용자는 같은 암호화알고리듬과 열쇠를 가진다. 그러나 복호화알고리듬과 열쇠는 비밀로 된다. 누구나 정보를 암호화할수는 있지만 합법적인 수신자만이 그것을 해득할수 있다. 복호알고리듬은 암호화알고리듬의 역로 되지 않게 설계된다. 암호화와 복호화알고리듬은 완전히 다른 함수를 리용하며 하나를 안다해도 다른것을 알수 없게 되여 있다. 또한 열쇠들이 다르다. 암호화알고리듬과 암호화열쇠로는 침입자가 암호를 풀수 없을것이다(적어도 쉽게는 되지 않는다.).

그림 23-21은 거래자가 은행봉사에 접근하기 위하여 공개열쇠를 리용하는 관계를 보여 준다. 암호화알고리듬과 열쇠는 공개된다. 매개 거래자는 그것을 리용할수 있다. 복호화알고리듬과 열쇠는 비밀이며 은행에서만 리용된다.

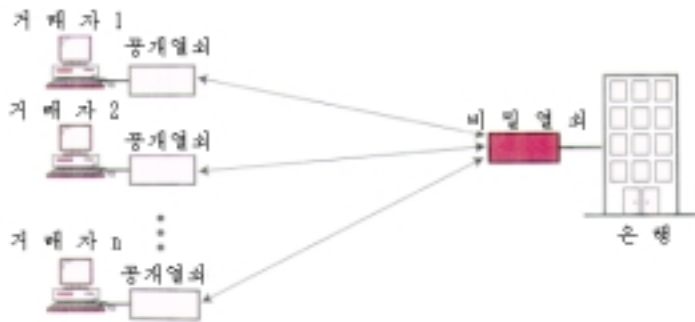



그림 23-21. 공개열쇠암호화

RSA암호화

공개열쇠암호화기술의 한가지가 리베스트, 샤미, 아렐만(RSA)암호화이다. 이 방법에서 한쪽(은행거래자)은 공개열쇠 K_P를 리용하며 다른쪽은 비밀열쇠 K_S를 리용한다. 둘다 번호 N을 리용한다. 그림 23-22 는 암호화와 복호화를 보여 준다.

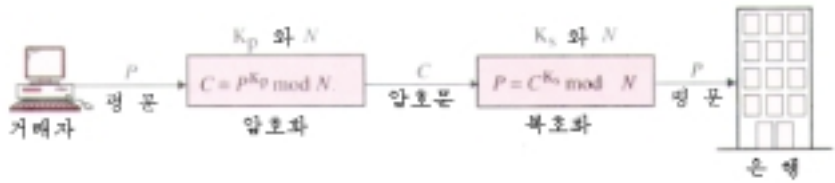



그림 23-22. RSA

- 암호화알고리듬은 다음 단계를 따른다.
- 암호화될 자료를 수자로 부호화하여 평문 P를 만든다.
- $C=P^{Kp}$모듈나누기N으로서 암호문을 계산한다(모듈나누기는 P^{Kp}를 N으로 나누고 나머지를 취한다는것을 의미한다).
- C를 암호문으로서 보낸다.
- 부호화알고리듬은 다음과 같다.

- 암호문은 C를 수신한다.
- $P=C^{K_s}$ 모듈나누기 N으로서 평문을 계산한다.
- P를 본래자료로 해신한다.

K_P, K_S, N을 선택하기전에 한 실례를 보자. 그림 23−23에서 $K_P=5$, $K_S=77$, N=119로 하였다.

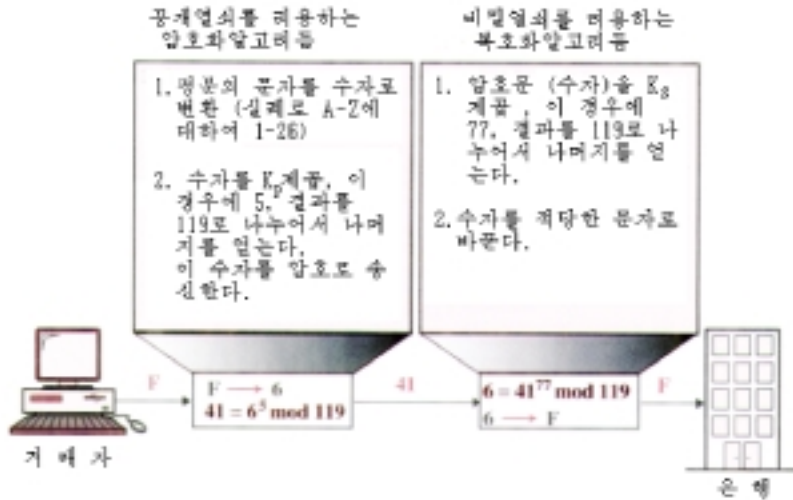



그림 23−23. RSA암호화와 복호화

이 실례에서 문자 F는 6으로 부호화된다(여섯번째문자).

여기서는 6^{K_p} mod 119를 계산하여 41을 얻는다. 수신기에서 41^{K_s} mod 119를 계산하여 6을 얻으며 6을 F로 해신한다.

K_P, K_S, N의 선택 RSA의 기본은 K_P, K_S, N을 선택하는 방법이다. 이것은 몇가지 리론을 리용하여 진행된다.

- 우선 두개 씨수 p와 q (여기서 7과 17)를 선택한다(씨수란 1과 그자체로만 나누이는 수).
- $N=p\times q$를 계산한다($N=7\times17=119$).
- $(p-1)\times(q-1)$의 인수가 안되도록 K_p를 선택한다. $(7-1)\times(17-1)=96$의 인수는 2, 2, 2, 2, 2, 3이다. 5를 선택한다.
- $(K_P\times K_S)$ mod $(p-1)\times(q-1)=1$ 이 되도록 Ks를 선택한다. 즉 77이다. 검사해 보면 $5\times77=385$, $385=4\times96+1$.

RSA의 안전성 은행실례에서 K_P와 N은 거래자들에게 공개된다. 은행은 K_S를 비밀열쇠로 유지한다. 문제는 은행이 K_S를 계산할수 있다면 왜 정찰자는 못하는가 하는것이다. 답은 복잡하다. 은행은 두개의 씨수 p와 q를 리용하여 N, K_P, K_S를 계산한다.

정찰자는 p나 q를 모른다. 그는 N을 리용하여 p와 q를 찾고 그다음 K_S를 추측해야 한다. 만일 p와 q가 N이 수백자리의 수로 되도록 선택된다면 그의 인수 p와 q를 찾는것은 극히 어려운것이다. 그림 23−24는 이 경우를 보여 준다.

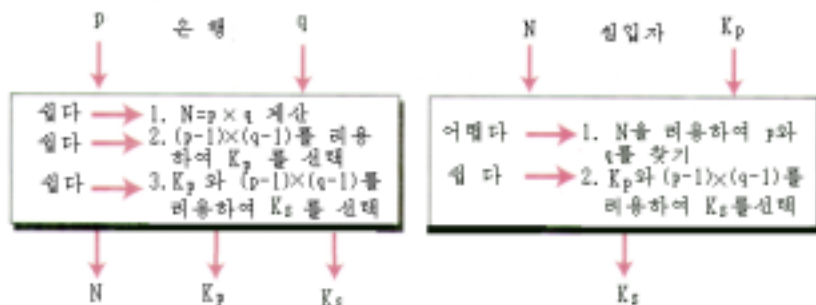



그림 23-24. RSA의 안전성

수학자들은 실례로 100개의 수자로 된 수 (N)의 인수 (p, q)를 찾는데 70년이상 걸린다는것을 계산하였다.

RSA의 호상성 RSA알고리듬은 호상성이다. 즉 은행이 같은 비밀열쇠 K_S를 리용하여 거래자들에게 응답을 보낼수 있으며 거래자는 자기의 비밀열쇠를 리용하여 통보를 해득할수 있다.

인증

인증은 송신기의 식별을 검증하는것을 의미한다. 다른 말로 인증기술은 통보가 인증송신기로부터 오며 사기군으로부터 오지 않는다는것을 검증하려고 한다. 많은 방법들이 인증을 위하여 개발되였지만 수자식서명이라는 방법만을 고찰한다. 이것은 공개열쇠암호화/복호화에 기초한다.

수자식서명의 개념은 은행에서 업무를 볼 때 처리문서에 수표하는것과 비슷하다. 은행에서 많은 량의 현금을 되찾기 위하여 은행에 가서 회수양식을 쓴다. 은행은 그 양식에 수표할것을 요구하며 수표된 양식을 기록해 둔다. 수표는 후에 회수에 대한 인증에 문제가 있는 경우에 요구된다. 실례로 후에 되찾은 현금이 그만큼 안된다고 말하면 은행은 그 수표를 내보여 찾았다는것을 증명할수 있다.

망처리에서는 회수에 대한 요구를 개인적으로 수표할수 없다. 그러나 자료를 보내는 방법으로 등가적인 전자적 또는 수자적수표를 창조할수 있다.

한가지 실현은 RSA의 호상성을 리용한다. 앞에서 고찰한바와 같이 K_P와 K_S는 호상성이다. 수자서명은 우에서 론의한 과정에 또 다른 준위의 암호화와 복호화를 첨가한다. 그러나 이때 비밀암호화열쇠는 거래자에게 보관되고 대응하는 공개열쇠는 은행에서 리용된다. 이 경우에 거래자는 공개열쇠와 비밀열쇠를 리용하며 은행도 비밀열쇠와 공개열쇠를 리용한다.

그림 23-25는 수자식서명이 어떻게 동작하는가를 보여 준다. 거래자가 비밀열쇠 K_S-1을 리용하여 평문(P)을 암호화하며 첫 준위에 암호본문(C1)을 만든다. 첫 암호본문은 다시 공개열쇠 K_S-1을 리용하여 암호화되여 암호화는 (C2)를 창조한다. C2는 망을 위하여 송신되며 은행에 수신된다. 은행은 비밀열쇠 (K_S-2)를 리용하여 C2를 C1로 해득한다. 다시 공개열

쇠 (K_P−2)를 리용하여 C1을 본문으로 해득한다. 그러나 그전에 C1은 복사되여 다른 파일에 보관된다.

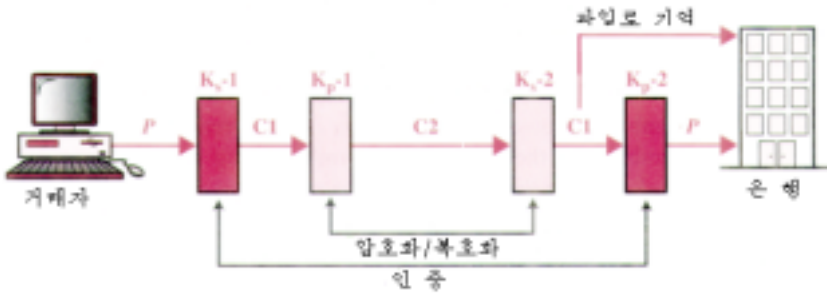



그림 23−25. 서명인증

만일 어느날 거래자가 그런 처리를 결코 하지 않았다고 주장한다면 은행은 파일에서 C1을 꺼내서 거기에 K_P−2를 적용하여 그것이 P를 창조한다는것을 보여 줄수 있다. 이 복호화는 거래자가 초기에 P에 K_S−1을 적용하여 C1을 창조하지 않는한 불가능할것이다. 사실 거래자가 처리를 송신하지 않는한 C1은 존재할수가 없다. 거래자는 은행이 K_S−2을 가지고 있지 못하기때문에 C1을 만들어 낸것이라고 주장할수 없다. 물론 거래자는 비법사용자가 K_S−1에 대한 접근을 얻었다고 주장할수도 있다. 그러나 그 경우에 법정은 K_S−1을 비밀로 유지하는것은 거래자의 책임이며 따라서 은행은 책임이 없다고 판결할수 있다.

자료압축

대단히 고속인 전송매체로서도 항상 자료를 짧은 시간에 송신할 필요가 있다. 자료압축은 송신과 비트수를 줄인다. 자료압축은 특히 음성이나 영상 등 순수한 본문이 아닌 자료를 송신할 때 필요하다.

자료압축에 리용되는 방법들은 일반적으로 두개 부류로 나누인다. 즉 비손실과 손실(그림 23−26).

그림 23−26. 자료압축방법

비손실압축

비손실압축에서 압축과 해제알고리듬은 보통 서로 역관계이다. 다른 말로 해제후에 압축전과 꼭 같은 자료를 얻게 된다. 잃어 진것은 아무것도 없다. 다음과 같은 기술이 비손

실압축에서 리용된다.

련속길이부호화 자료가 반복되는 기호(비트 또는 문자)렬을 포함할 때 그 렬은 특별한 표식과 반복기호, 반복회수로 교체될수 있다. 실례로 그림 23-27에서 기호 # 는 표식이다. 반복된 기호(련속기호)는 이 표식뒤에 놓이고 그다음 두개 수자로서 길이를 표시한다. 이 련속길이부호화방법은 음성(정적은 령들의 련속이다.)과 영상(련속그림요소는 같은 밝기와 색을 가진다.)에 리용된다.

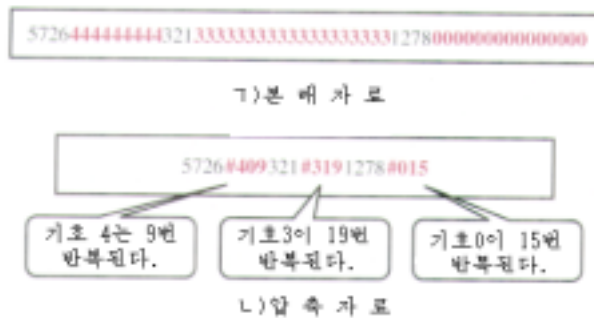



그림 23-27. 련속길이부호화

통계적압축 비손실압축의 또 한가지 방법은 통계적압축이다. 이 방법은 자주 있는 기호에는 보다 짧은 코드를, 드문히 있는 기호에는 긴 코드를 리용한다. 이 방식에서 자료의 전체 길이는 크게 감소된다. 이 원리를 리용하는 세가지 일반부호화체계가 바로 모르스부호, 하프만부호, 렘펠-지브-웰치(LVW)부호화이다.

- **모르스부호** 모르스부호는 마크(−)와 공백(.)의 가변길이조합을 리용하여 자료를 부호화한다. 한개 기호부호들은 가장 흔히 쓰는 문자들을 표시하고 5개 기호부호들은 최소로 쓰이는 문자들을 표시한다. 실례로 점(.)은 E를, 4개 마크와 한개 점 (− − • − −)은 Q를 표시한다.
- **하프만부호화** 하프만부호화는(부록 E) 가변길이복호를 리용하여(0과 1의 렬) 기호들을 부호화한다.
- **렘펠-지브-웰치부호화** LZW부호화(부록 G)는 반복되는 렬이나 단어를 찾아서 그것들을 변수로 기억시킨다. 그다음 그것이 나오면 그 변수지적자로 교체한다. 실례로 단어 the , then , and 그리고 렬-in, -tion은 많이 반복된다. 이 단어들과 렬들은 변수들로 기억될수 있으며 그다음 지적자가 그 변수를 가리킬수 있다. 지적자(주소)는 몇개의 비트만 요구한다. 그러나 단어는 수십비트가 필요하다. 이 방법이 UNIX에서 리용된다.

상대적압축 비트수를 줄이는 또 한가지 방법은 상대적압축 또는 차동부호화라는 방법이다. 이것은 영상정보를 송신할 때 매우 유익하다. 일반TV들은 초당 0과 1로 된 30개의 프레임을 송신한다. 그러나 보통 련속적인 프레임들사이에는 거의 차이가 없다. 그래서 전체 프레임을 송신하는 대신 련속프레임의 차이만을 송신한다. 그 작은 차이는 작은 비트렬로 부호화될수 있다.

손실압축

만일 해제된 정보가 본래의 정보의 정확한 복사본으로 될 필요가 없고 거의 가까운것이면 충분할 때 손실자료압축방법을 리용할수 있다. 실례로 영상전송에서 화상이 예리한 불련속성을 가지지 않는다면 수학적표현으로 변형한후 정보의 대부분은 처음 몇개의 항들에 포함된다. 이 항들만 송신하면 프레임을 충분한 정확도로 재생할수 있다. 이런 방법은 손실압축방법이라고 한다. 왜냐면 그 과정에 본래자료의 일부가 손실되기때문이다.

손실압축기술을 리용하여 몇가지 방법들이 개발되였다. 합동사진전문가그룹(JPEG)은 화상과 그라픽스를 압축하는데 리용되며 동화상전문가그룹(MPEG)은 영상을 압축하는데 리용된다.

23.3. 응용층

OSI모형의 7번째 층이 응용층이다. 응용층은 사용자가 요구하는 모든 기능들을 포함한다. 실례로 전자우편은 일반적으로 규격화로 불가능하다. 그러나 ITU−T는 규격화가 가능한 몇가지 공통적인 응용들이 있다는것을 인정하였다. 여기서 그것들중 다섯가지를 검토한다. 즉 통보취급체계 (MHS), 파일전송접근 및 관리(FTAM), 가상말단(VT), 등록부체계(DS), 공동관리정보규약(CMIP)이다.

통보취급체계(MHS)

통보취급체계(MHS)는 전자우편을 보장하고 저축−전송취급을 보장하는 OSI규약이다. 그것은 ITU−TX, 400계렬로부터 시작되였다. MHS는 저축−전송방식으로 전달될수 있는 임의의 통보(자료나 파일의 복사를 포함하여)를 보내는데 리용된다. 저축−전송전달은 송신기와 수신기사이의 능동통로를 여는 대신 규약이 련결고리가 가능할 때 통보를 전송하는 전달봉사를 제공한다는것을 의미한다. 대부분의 정보공유규약들에서는 송신기와 수신기가 다 동시적으로 교환에 참가할수 있어야 한다. 저축−전송체계에서 송신기는 전달체계에 통보를 보낸다. 전달체계는 이 통보를 즉시에 전송하지 못할수도 있다. 이 경우에 그것은 조건이 변할 때까지 통보를 기억시킨다. 통보가 전달될 때 그것은 호출될 때까지 수신자의 우편통에 기억된다.

일반적인 우편체계는 OSI모형의 통보취급체계와 아주 비슷하다. 송신자는 편지를 만들고 주소를 써서 그것을 우편통에 넣는다. 통신원은 그 편지를 모아서 우편국에 보낸다. 우편봉사는 필요한 중계우편국을 통하여 그 편지를 수신자의 주소를 봉사하는 우편국으로 발송한다. 또 다른 통신원은 그 편지를 수신자의 우편통에 전달한다. 최종적으로 수신자는 자기의 우편통을 검사하고 편지를 찾는다.

류사하게 전자우편체계에서 사용자는 전자우편으로 된 통보를 우편전달체계에 넣는다. 전달체계는 다른 체계들과 협동하여 그 통보를 목적한 수신기의 우편통에 전송한다.

MHS의 구조

OSI통보취급체계구조는 그림 23-28과 같다. 매 사용자는 사용자대리(UA)라고 하는 어떤 프로그람, 과정과 통신한다. UA는 매 사용자에 대하여 유일하다(매 사용자는 프로그람 또는 과정의 복사를 수신한다.). UA의 한 실례는 사용자가 통보를 입구하고 편집할수 있게 하는 특정의 일정한 조작체계와 련관된 전자우편프로그람이다.

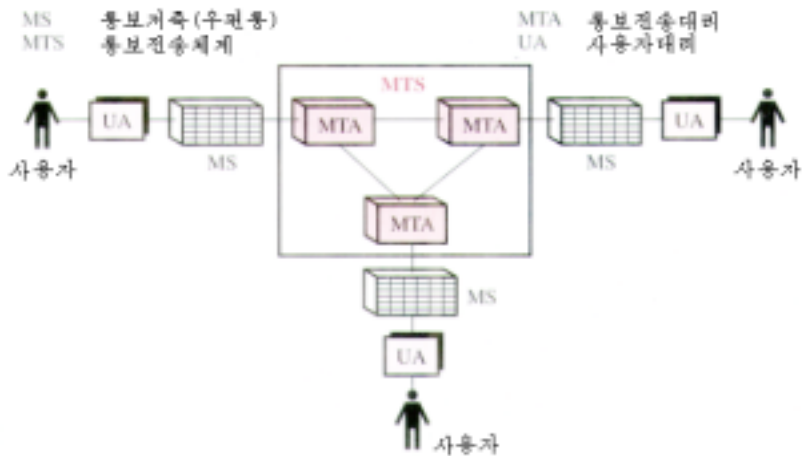



그림 23-28. MHS

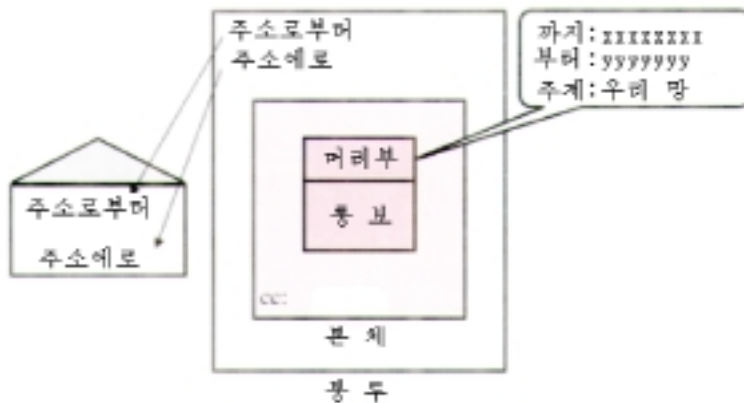



그림 23-29. MHS에서 통보형식

매 사용자는 통보서고(MS)를 가지고 있다. 이것은 우편저장체계의 디스크공간으로 구성되며 보통우편통이라고 한다. 통보서고는 통보를 기억, 송신, 수신하는데 리용될수 있다.

통보서고는 통보전송대리(MTA)라고 하는 일련의 과정들과 통신한다. MTA는 우편국의 각 부서들과 같다. 조합된 MTA들은 통보전송체계(MTS)를 이룬다.

통보형식

MHS규격은 통보의 형식을 정의한다(그림 23-29). 통보의 본체는 보통편지에 있는 자료(편지내용)에 대응한다. 매개 통보는 송신자의 주소(이름), 수신자의 주소(이름), 통보의 주제, 복사를 받기로 되여 있는 1차 수신자 아닌 다른 수신자의 목록을 포함할수 있다.

파일전송, 접근 및 관리(FTAM)

파일전송, 접근 및 관리(FTAM)규약은 파일을 전송(복사), 접근(읽기, 쓰기, 변경), 관리(조종)하는데 리용된다.

파일들은 체계들에 각이하게 기억된다. UNIX환경에서 파일은 문자(바이트)렬로 되여 있다. IBM VMS환경에서는 한편 파일이 기록들의 집합이다. 파일의 조작은 주콤퓨터의 조작체계에 의존한다.

가상파일과 파일서고

각이한 파일체계들의 호상작용을 리용하기 위하여 FTAM은 가상파일과 가상파일기억개념을 리용한다. 가상파일서고는 파일전송, 접근, 관리를 위한 중간물로 리용될수 있는 파일과 파일서고에 대한 비실현특정의 모형이다. 파일에 대한 파일서고의 개념은 자료에 대한 ASN1(표현층부분에서 고찰하였다.)의 개념과 비슷하다.

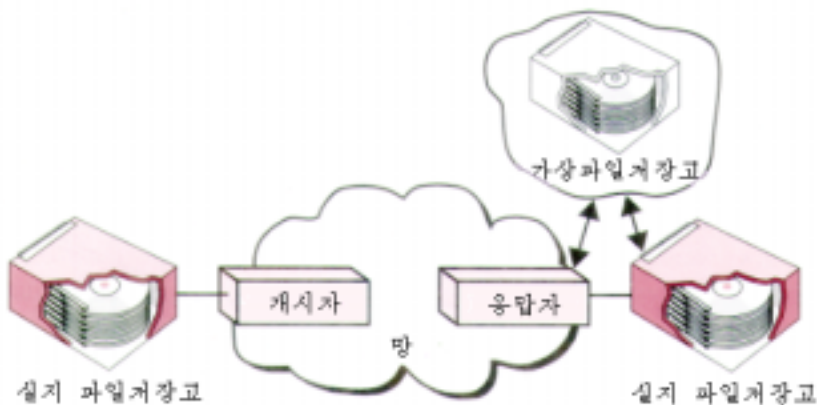



그림 23-30. 가상파일서고

FTAM은 가상파일에 대한 비대칭접근에 기초한다. 비대칭이란 매개 처리가 호출자와 응답자를 요구한다는 의미가 있다. 호출자는 응답자로부터 파일전송-파일접근,파일관리를 요구한다. 응답자는 실지파일에 대한 가상파일모형을 창조하고 호출자가 실지파일이 아니라 가상파일을 리용할수 있게 한다(그림 23-30). 그 모형은 쏘프트웨어이기때문에 그것은 하드웨어와 조작체계제한에 무관계하며 설계될수 있다. 모형은 또한 호출자가 접근할수 있게 되여 있는 파일과 실지서고에 있는 파일사이에 보다 안전한 분리를 보장한다.

속성과 내용

가상파일서고의 창조는 두가지 파일상태 즉 속성과 내용에 기초한다. 파일의 속성은 내용이나 접근을 조종하는데 리용되는 특성 또는 안전성, 측정량모임이다. FTAM은 두가지 형식의 속성을 구별한다. 즉 내용과 접근이다. 내용속성은 파일의 내용에 관계되며 접근속성은 파일접근을 조종하는 안전성측정량이다.

가상말단(VT)

OSI모형에서 정의된 가장 중요한 응용중의 하나는 가상말단(VT)이다.

원격접근

보통 주콤퓨터(소형콤퓨터, 워크스테이션,대형콤퓨터 등)는 말단을 통하여 그 봉사를 받게 된다. 말단들은 주콤퓨터에 물리적으로 련결된다. 이 물리적접속은 국부접근이라고 한다(그림 23-31). 매개 주콤퓨터에는 거기에 부속된 특정의 말단형태와 결합을 보장하도록 설계된 쏘프트웨어(말단구동프로그람)를 포함한다. 실례로 IBM콤퓨터는 IBM말단들과, DEC콤퓨터들은 DEC말단들과 통신하도록 설계된다.

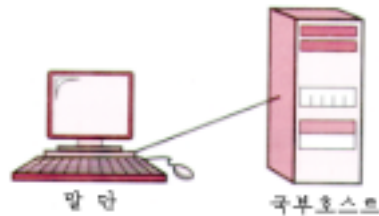



그림 23-31. 국부접근

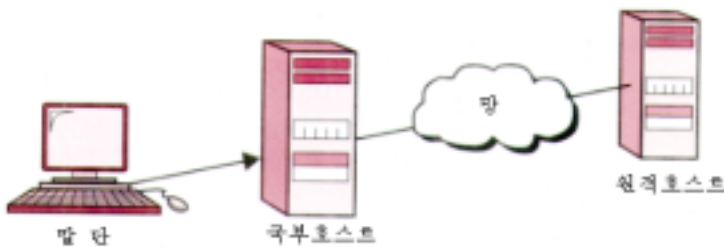



그림 23-32. 원격접근

그러나 망의 응용들중 하나는 사용자의 말단이 직접 련결되지 않은 주콤퓨터에 등록할수 있게 하는것이다. 사용자의 말단은 국부주콤퓨터에 접속되며 그것으로 망을 통하여 원격주콤퓨터에 련결된다(그림 23-32). 만일 말단과 원격주콤퓨터가 같은 형태(실례로 둘다 IBM)라면 망은 순수 추가적인 긴 국부련결고리로 작용한다. 그러나 말단이 다른 형식의 주콤

퓨터에 접속하려고 한다면 문제가 생긴다. 세계적으로 모든 말단형태들과 통신하도록 장치를 설계한다면 그것은 수백개의 말단구동프로그람을 요구할것이다. OSI모형설계자들의 과업은 임의의 말단이 하드웨어의 비호환성에도 불구하고 임의의 콤퓨터와 통신할수 있는 구조를 창조하는것이였다.

가상말단

이 문제는 가상말단(VT)이라는 구조에 의하여 해결된다. 가상말단은 매개 주콤퓨터가 리해하는 규격특성모임을 가진 상상속의 말단이다(말단의 쏘프트웨어적모형). 그것은 물리적말단에 대한 쏘프트웨어적변종이다.

원격주콤퓨터와 통신한다고 하는 말단은 그것의 국부주콤퓨터와 통신한다. 국부주콤퓨터는 실지 말단으로부터 받은 요구 또는 자료를 가상말단이 리용하고 공개물로 변환하고 VT쏘프트웨어를 포함한다. 재형식화된 자료는 망을 통하여 원격주콤퓨터로 간다. 원격주콤퓨터는 자기의 VT쏘프트웨어에 그 전송을 보내며 VT형식으로부터 원격주콤퓨터의 말단이 리용하는 형식으로 그것을 변환한다. 그러므로 원격주콤퓨터는 국부주콤퓨터에서처럼 입구를 수신한다(가상말단). 요구를 처리한후 원격주콤퓨터는 반대의 절차로 응답을 보낼수 있다(그림 23-33).

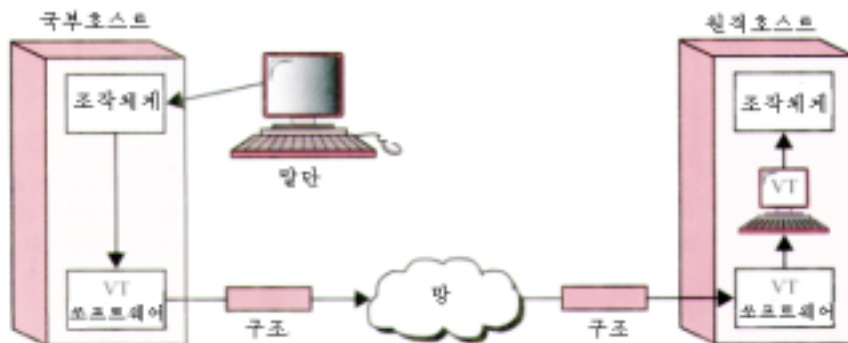



그림 23-33. 가상말단

등록부봉사 (DS)

OSI등록부봉사(DS)는 ITU-TX.500규격에 따라 설계된다. 등록부는 각이한 많은 대상들에 대하여 대역적인 정보원천이다. OSI등록부봉사는 OSI등록부에 포함된 대상(사람, 조직, 론리적그룹, 프로그람, 파일 등)을 표시하고 찾아 내는데 리용되는 응용프로그람이다. 등록부가 유지하는 정보의 형식은 대상의 형태에 따라 다르다.

등록부봉사의 사용자의 경우에 이 모든 정보는 하나의 자료기지에 기억되고 하나의 주콤퓨터에 있는것으로 보인다. 사실 이러한 배치는 극히 비현실적이다. 등록부는 분산된 자료기지이며 매개 주콤퓨터는 그 한부분만을 유지하고 있다. 그러나 접근구조는 사용자가 모든 정보를 검색할수 있는 한개의 인입포구만을 알도록 설계된다(등록부봉사의 사용자는 사람 또는 응용일수 있다.).

DIB

등록부에 포함된 정보를 등록부정보기지(DIB)라고 한다. 그것은 인입점모임으로 기억되는데 매개는 하나의 대상을 서술한다. 인입점은 몇개의 부분을 포함할수 있다. 그 매개는 대상의 각이한 속성을 묘사한다. 실례로 ISO에 대한 인입점은 그 조직의 목적에 대한 간단한 서술, 우편주소, 전화번호 등을 포함할수 있다. 전체 구조는 매개 기지에 각이한 일반적준위를 가진 나무로 조직된다.

DUA와 DSA

사용자들은 등록부사용자대리(DUA)라는 구조를 통하여 DS에 접근한다. DUA는 등록부체계 그자체에 포함된 여러개의 등록부체계대리(DSA)라는 실체들과 통신한다.

DUA는 정보요구를 DSA에 보낸다. 만일 DSA가 탐색된 정보가 있는곳을 안다면 그것은 그 요구를 만족시키거나 필요한 접근을 가지는 다른 DSA에 보낸다. 요구된 정보는 검색되며 련속적인 DSA를 통하여 DUA에 전달된다.

만일 DSA가 요구를 만족시킬줄 모른다면 세가지 선택을 가진다. 즉 그것은 각이한 나무준위에 접근하고 DSA에 그 요구를 보낸다. 그것은 그 요구를 발송하고 응답을 기다린다. 그것은 DUA에 실패보고를 보낸다.

공동관리정보규약(CMIP)

ISO와 ITU−T는 공동으로 OSI의 체계에 대한 일련의 봉사들을 개발하였다. 가장 중요한 OSI관리봉사는 공동관리정보봉사(CMIS)이다. 이 봉사를 실현하기 위한 규약이 공동관리정보규약(CMIP)이다.

모든 CMIP관리는 관리대상이라는 OSI실체들사이의 통신을 감시하고 조작함으로써 발생한다. 관리대상은 워크스테이션, 교환기, 경로조종, 하드웨어 또는 쏘프트웨어, 대기렬프로그람 등의 망자원이다. CMIP는 사용자가 관리대상에 대한 작용을 수행하며(효률상태변경 또는 목적검사를 포함하여) 그 대상들의 상태에 대한 자료를 수집할수 있게 한다. 수집된 자료(실례로 어떤 특정한 기간내에 경로조종기가 처리한 자료의 바이트수)의 기록을 유지하며 관리대상의 설정을 변화시키고 그 응답을 감시함으로써 사용자는 체계의 성능을 평가할수 있고 그것을 발생시키는데 따라 문제를 식별할수 있다.

CMIS

공동관리정보봉사(**CMIS**)는 다섯개 목적을 완전히 실현하도록 설계되였다.

- **고장관리** 봉사들은 OSI환경의 임의의 비정상적인 조작을 검출하고 분리시키며 교정하는것을 포함한다. 특정의 과제들은 진단검사, 고장추적, 가능하다면 고장교정도 포함한다.
- **회계관리**봉사들은 사용자비용과 부담을 추적하고 필요하다면 관리대상에 한계를 설정하는것을 포함한다.

- **형식구성과 이름관리** 봉사들은 관리대상의 시작과 닫기, 열린체계의 재형식화, 이름을 대상 또는 대상모임에 련관시키는것을 포함한다. CMIS는 사용자가 변화되는 환경속에서 통신봉사의 련속동작을 담보하도록 한다.
- **성능관리** 봉사들은 사용자가 관리대상의 동작을 평가하고 망기능의 효과성을 평가할수 있게 한다.
- **보안관리** 봉사는 망보안수단의 효과성과 실시가능성을 평가하게 한다.

CMISE

CMIS가 보장하는 특정의 봉사가 공동관리정보봉사요소(CMISE)들이다. 이 봉사요소들은 세가지 부류로 갈라 본다. 즉 관리련합봉사, 관리통지봉사, 관리조작봉사.

관리련합봉사 관리련합봉사는 응용련합을 확립하여 CMIS사용자가 통신할수 있게 한다. CMIS는 세개의 련합봉사요소를 포함한다. M−INITIALIZE는 동등 CMIE봉사와 련합을 확립하는데 리용된다. M−INITIALIZE는 련합의 규격적인 종결을 보장하는데 리용된다. M−ABORT는 련합으로부터 갑자기 개방되도록 하는데 리용된다.

관리통지봉사 관리통지봉사는 관리대상사건들의 통지를 나르는데 리용된다. M−EVENT−REPORT는 관리대상사건들을 봉사사용자에게 보고하는데 리용된다. 보고는 CMISE사용자가 발생의 시간특성을 수집하고 포함하기 위하여 선택한 임의의 사건에 대한것이다.

관리조작봉사 관리조작봉사는 체계조작에 대한 관리정보를 CMISE사용자에게 나르는데 리용되는 여섯가지 봉사이다.

- **M−GET** M−GET는 동등 CMISE사용자로부터의 관리정보검색을 요구한다.
- **M−CANCEL−GET** M−CANCEL−GET는 앞선 M−GET요구를 상쇄시킬것을 요구한다.
- **M−SET** M−SET는 관개대상의 특정한 속성값의 변경을 요구한다.
- **M−ACTION** M−ACTION는 관리대상에 대한 작용을 수행하기 위하여 또 다른 사용자를 요구한다.
- **M−CREATE** M−CREATE는 관리대상의 실례에 대한 표시와 련관관리정보값을 창조하기 위하여 또 다른 사용자를 요구한다.
- **M−DELETE** M−DELETE는 관리대상의 실례를 지우기 위하여 같은 사용자를 요구한다(M−CREATE와 반대).

23.4. 실마리어

P복스
S복스
X.400
X.500
가상말단(VT)
가상파일
가상파일기억
곱하기
공개열쇠
공개열쇠암호화
공동관리정보규약(CMIP)
공동관리정보봉사(CMIS)

공동관리정보봉사요소(CMISE)
국부접근
기본동기점
단일문자암호화
비그너암호
비기본동기점
비밀열쇠
비손실자료압축
비트준위암호화
배타론리합
상대적압축
손실자료압축
수자식서명
자료암호화규격(DES)
자료압축
전자우편
전위암호화
재래식암호화
추상명사표기 1(ASN1)
치환
통계적압축
동기점
동화상전문가그룹(MPEG)
등록부사용자대리(DUA)
등록부봉사(DS)
등록부정보기지(DIB)
등록부체계대리(DSA)
대화
대화규약자료단위(SPDU)
련속길이부호화
리베스트, 샤미, 아델만(RSA)암호화
렘펠-지브-웰치(LZW)부호화
모르스부호
문자준위암호화
변환
복호화
부호화
통보전송대리(MTA)
통보전송체계(MTS)
통보취급체계(MHS)
파일전송, 접근 및 관리(FTAM)
하프만부호화
합동사진전문가그룹(JDEG)
혼합문자암호화
해신
확장혼합
암호문
암호화
압축
압축혼합
응용층
인증
평문

23.5. 요 약

- 대화층은 마디들사이의 대화를 확립하고 유지하며 동기화시킨다.
- 대화층에서 흐름 및 오유조종은 자료에 인입된 기준점인 동기점을 리용한다.
- 표현층은 번호, 암호화, 인증, 압축을 취급한다.
- 암호화는 통보(평문)가 비법적개인에게 리해되기 힘들게 해준다.
- 복호화는 의도적으로 리해를 어렵게 한 통보(암호문)를 의미가 있는 정보로 변환한다.
- 암호화/복호화방법은 크게 비밀열쇠방법과 공개열쇠방법으로 분류된다.
- 치환과 전위암호화는 문자준위암호화방법이다.

- 비트준위암호화방법은 부호화/해신, 혼합, 치환, 곱하기, XOR, 회전을 포함한다.
- DES는 규격적인 비트준위암호화방법이다.
- 재래식암호화방법에서 암호화알고리듬은 이미 알려 지지만 복호화열쇠는 수신자에게만 알려 진다.
- 공개열쇠암호화에서 암호화알고리듬과 암호열쇠는 다 알려 지지만 복호화열쇠는 수신기에게만 알려 진다.
- RSA알고리듬은 일반적으로 리용되는 공개열쇠암호화방법의 하나이다.
- 수자식서명은 오늘날 리용되는 인증방법의 하나이다.
- 자료압축의 목적은 송신비트수를 줄이는것이다.
- 자료압축방법은 비손실(모든 정보가 희미할수 있다.) 또는 손실(일부 정보가 손실된다.)방법이다.
- 다섯가지 규격응용규약은 다음과 같다.
  ㄱ) 우편취급체계(MHS)−전자우편과 저축−전송취급을 위한 규약.
  ㄴ) 파일전송, 접근 및 관리(FTAM)−파일을 전송하고 접근하며 관리한다. FTAM은 가상파일을 리용한다.
  ㄷ) 가상말단(VT)−서로 다른 말단들 또는 장치들이 서로 통신할수 있게 된다.
  ㄹ) 등록부봉사(DS)−사용자가 자료기지에 접근할수 있게 하는 응용프로그람.
  ㅁ) 공동관리정보규약(CMIP)−OSI관리봉사를 실현한다.
- 자료의 내부표현을 한 형태에서 다른 형태로 변화시키는것을 변환이라고 한다.

23.6. 련 습

복습문제

1. 대화층의 기능을 고찰하시오.
2. 친절한 닫기를 정의하시오.
3. 어느 상태에서 동기점이 크게 필요 없는가?
4. 어느 상태에서 동기점이 중요한가?
5. 비기본동기점과 기본동기점사이의 차이는 무엇인가?
6. 표현층의 기능을 고찰하시오.
7. OSI모형이 권고한 변환방법은 무엇인가? ASNI의 역할은 무엇인가?
8. 평문과 암호문사이의 관계는 무엇인가?
9. 암호화/복호화방법들의 두가지 부류는 무엇인가? 그사이의 기본차이는 무엇인가?
10. 치환식문자준위암호화의 개념은 무엇인가?
11. 혼합문자치환이 왜 단일문자치환보다 우월한가?
12. 전위문자준위암호화의 개념은 무엇인가?
13. 비트준위암호화에서 비트들에 대하여 어떤 조작이 수행되는가?
14. 간단한 혼합, 압축혼합, 확장혼합을 대조하시오.

15. 비군사적 및 비기밀적정보에 대하여 규격암호화방법으로서 무엇이 리용되고 있는가?
16. 재래식암호화/복호화방법이 왜 은행에서는 적당하지 않는가?
17. 공개열쇠암호화에서 열쇠들과 그 소유관계를 고찰하시오.
18. 재래식암호화에서 열쇠들과 그 소유관계를 고찰하시오.
19. RSA알고리듬에 대하여 호상성을 고찰하시오.
20. 인터네트통신에서 왜 인증이 필요한가?
21. 자료압축방법의 두가지 부류는 무엇인가? 그것들사이의 기본차이는 무엇인가?
22. 련속길이부호화란 무엇인가?
23. 통계적압축이란 무엇인가?
24. 모르스부호는 어떻게 송신되는 비트량을 줄이는가?
25. 렘펠-지브-웰치부호화는 어떻게 송신비트량을 줄이는가?
26. 상대적압축이란 무엇인가?
27. 통보취급체계의 요소와 기능들을 쓰시오
28. 가상파일기억기란 무엇이며 그것이 왜 필요한가?
29. 가상말단이란 무엇이며 원격접근에서 그것이 어떻게 리용되는가?
30. OSI모형의 등록부봉사에서 DIB, DUA, DSA사이의 관계를 고찰하시오.
31. CMIP, CMIS, CMISE는 서로 어떻게 련관되는가?
32. 가상말단의 개념이 왜 필요한가?

선택문제

33.암호화와 복호와는 _____층의 기능이다.

ㄱ) 전송
ㄴ) 대화
ㄷ) 표현
ㄹ) 응용

34.다음의 어느것이 사용자대리를 묘사하는가?

ㄱ) 사용자가 통신하는 과정
ㄴ) 통보를 보내는 사람
ㄷ) 통보기억장치
ㄹ) MHS가 리용하는 조작체계

35.다음의 어느것이 FTAM에 대하여 진실인가?

ㄱ) 파일기억기는 파일의 보관장소이다.
ㄴ) 속성과 내용은 파일을 정의한다.
ㄷ) 그것은 각이한 조작체계상에서 각이한 파일구조를 취급하는 방법으로서 개발되였다.
ㄹ) 이 모든것

36. _______ 층은 대화확립, 유지, 동기화, 종결을 담당한다.

ㄱ) 전송
ㄴ) 대화
ㄷ) 표현
ㄹ) 응용

37. ______층은 대화을 갑자기 분리할수 있으며 ______ 층은 친절한 닫기를 보장한다.

ㄱ) 대화:표현
ㄴ) 대화:응용
ㄷ) 대화:전송
ㄹ) 전송:대화

38. _______점은 전달되였으나 리용되지 않은 자료를 회복하는 방법을 제공한다.

ㄱ) 토막화
ㄴ) 련결
ㄷ) 변환
ㄹ) 동기

39. 다음의 어느것이 표현층기능인가?

ㄱ) 자료의 암호화
ㄴ) 자료의 압축
ㄷ) 자료의 변환
ㄹ) 이 모든것

40. ______은 등록부에서 대상을 표현하고 찾을수 있는 응용프로그람이다.

ㄱ) MHS
ㄴ) FTAM
ㄷ) DS
ㄹ) CMIP

41. _______은 우편전달에서 저축-전송방법을 리용한다.

ㄱ) MHS
ㄴ) FTAM
ㄷ) DS
ㄹ) CMIP

42. OSI모형에 기초하여 체계를 관리하는 봉사를 정의하는 규약은 ______ 이라고 한다.

ㄱ) MHS
ㄴ) FTAM
ㄷ) DS
ㄹ) CMIP

43. 파일전송, 관리, 접근과 관계되는 규약은 ______이다.
ㄱ) MHS
ㄴ) FTAM
ㄷ) DS
ㄹ) CMIP

44. MHS에서 UA는 _______이다.
ㄱ) 사용자
ㄴ) 프로그람
ㄷ) 디스크기억공간
ㄹ) 전송매체

45. 재래식암호화와 복호화방법에서 어느 열쇠가 공개되는가?
ㄱ) Ke만
ㄴ) Kd만
ㄷ) Ke와 Kd
ㄹ) 없음

46. 공개열쇠암호화와 복호화방법에서 어느 열쇠가 공개되는가?
ㄱ) Ke만
ㄴ) Kd만
ㄷ) Ke와 Kd
ㄹ) 없음

47. 공개열쇠암호화, 복호화방법에서 수신자만이 ______을 소유한다.
ㄱ) Ke
ㄴ) Kd
ㄷ) Ke와 Kd
ㄹ) 이중에 없음

48. 여기서 평문과 암호문이 다 같은 개수의 A, B, C등 을 가지는 암호화방법을 리용한다. 이것은 대체로 ______치환이다.
ㄱ) 단일문자
ㄴ) 혼합문자
ㄷ) 전위식
ㄹ) 회전식

49. 여기서 항상 문자 Z를 문자 G 대신에 치환하는 암호화방법을 리용한다. 이것은 대체로 ______치환이다.
ㄱ) 단일문자
ㄴ) 혼합문자
ㄷ) 전위식

ㄹ) 회전식

50. 여기서 평문 AAAAAA가 암호문 BCDEFG로 되는 암호화방법을 리용한다. 이것은 대체로 ______치환이다.
   ㄱ) 단일문자
   ㄴ) 혼합문자
   ㄷ) 전위식
   ㄹ) ES

51. 비군사적 및 비기밀적정보에 대하여 사용하는 암호화방법은 _____이다.
   ㄱ) 단일문자치환
   ㄴ) 혼합문자치환
   ㄷ) 전위식치환
   ㄹ) 자료암호화규격

52. ______혼합에서 출구개수는 입구개수보다 크다.
   ㄱ) 간단한
   ㄴ) 압축된
   ㄷ) 확장
   ㄹ) 회전

53. RSA알고리듬은 _______암호화방법의 기초이다.
   ㄱ) 공개열쇠
   ㄴ) 개인열쇠
   ㄷ) 비밀열쇠
   ㄹ) 파생열쇠

54. RSA암호화방법의 성과는 _______의 복잡성에 기초한다.
   ㄱ) Kp를 구하는것
   ㄴ) Kp의 씨수를 구하는것
   ㄷ) N을 구하는것
   ㄹ) N의 씨수를 구하는것

55. 자료는 자주 리용되는 렬들의 지적자를 리용하여 압축된다. 이것은 ______이다.
   ㄱ) 차동부호화
   ㄴ) 렘펠-지브-웰치부호화
   ㄷ) 모르스부호화
   ㄹ) 손실부호화

56. 자료는 영상프레임사이의 차를 송신함으로써 압축된다. 이것은 ______이다.
   ㄱ) 차동부호화
   ㄴ) 렘펠-지브-웰치부호화
   ㄷ) 모르스부호화

ㄹ) 손실부호화

57. 0이 백개인 렬이 어떤 표식부, 0, 100으로 교체되였다. 이것은 ______이다.
ㄱ) 련속길이부호화
ㄴ) 모르스부호화
ㄷ) 차동부호화
ㄹ) 렘펠-지브-웰치부호화

58. 손실압축의 실례는 ______이다.
ㄱ) 차동부호화
ㄴ) 렘펠-지브-웰치부호화
ㄷ) 련속길이부호화
ㄹ) JPEG

련습문제

59. 다음의 통보를 열쇠가 4인 단일문자치환을 리용하여 암호화하시오.
THIS IS A GOOD EXAMPLE

60. 다음의 통보를 열쇠가 4인 단일문자치환을 리용하여 복호화하시오.
IRGVCTXMSRMWJYR

61. 열쇠를 모르는 상태에서 다음의 통보를 복호화하시오.
KTIXEVZOUTOYROQKKTIRUYOTMGYKIXKZOTGTKTBKRUVK

62. 다음의 통보를 혼합문자치환을 리용하여 암호화하시오. 매개 문자의 위치를 열쇠로 리용하시오.
One plus one is two, one plus two is three, one plus three is four

63. 배타론리합연산자와 주어 진 열쇠를 리용하여 다음의 비트페턴을 암호화하시오.
평문:1001111111100001
열쇠:1000111110001111

64. 문제 63의 암호문을 리용하여 평문을 찾으시오.
65. 다음의 암호화알고리듬을 리용하여 통보《GOOD DAY》를 암호화하시오.
ㄱ) 매개 문자를 ASCII코드로 바꾸시오.
ㄴ) 매개 문자의 왼쪽에 비트 0을 첨가하여 8bit로 만드시오.
ㄷ) 첫 네개 비트와 다음 네개 비트를 바꾸시오.
ㄹ) 매개 네개 비트를 16진수로 바꾸시오. 이 방법에서 열쇠는 무엇인가?

66. 다음의 암호화알고리듬을 리용하여 통보《ABCDEFGH》를 암호화하시오(통보는 항상 대문자로 되여 있다.).
ㄱ) 매개 문자를 10진수 ASCII코드로 취급하시오(65−90).

ㄴ) 매개 부호화된 문자에서 65를 더시오.

ㄷ) 매개 수자를 5비트패턴으로 변화시키시오.

67. 일반암호화/복호화알고리듬에서 비밀열쇠를 만들고 교환하는 방법이 디페−헬만(Diffie−Hellman)방법이다. 이 방법에서 량쪽은 그들사이의 비밀열쇠를 확립하기 위하여 다음의 단계를 리용한다.

ㄱ) 두개의 수 b와 n을 교환한다. 이 두 수는 비밀이 아니다. 모두가 다 리용할수 있다.

ㄴ) 한쪽이 수 x_1를 선택하고 $y_1(b^{X1}$ % $n)$을 계산하고 y_1를 다른쪽에 보낸다.

ㄷ) 다른쪽은 수 x_2를 선택하고 $y_2(b^{X2}$ % $n)$을 계산하고 y_2을 먼저쪽에 보낸다.

ㄹ) 첫번째는 $k=(y_2^{X1}$ % $n)$을 비밀열쇠로 취한다.

ㅁ) 두번째는 $k=(y_1^{X2}$ % $n)$을 비밀열쇠로 취한다.

수리론을 리용하면 량쪽에 대하여 비밀열쇠는 갈다는것이 증명될수 있다. $b=3$, $n=10$, $x_1=5$, $x_2=11$일 때 비밀열쇠를 구하고 그것이 갈다는것을 증명하시오.

68. 통보 《BE》를 열쇠쌍 $K_P=3$, $K_S=11$인 RSA알고리듬을 리용하여 암호화하고 복호화하시오($N=15$).

69. 두개의 씨수 $p=19$, $q=23$이 주어 질 때 N, K_P, K_S를 구하시오.

70. RSA알고리듬의 안전성을 리해하기 위하여 $K_P=17$, $N=187$을 알고 K_S를 구하시오.

71. RSA알고리듬에서 $C=P^{Kp}$ % N을 리용하여 수자를 암호화한다. 만일 K_P와 N이 큰 수라면(수백자리) 계산은 고성능콤퓨터에서조차도 불가능하고 자리초과오유가 생길것이다. 한가지 방법은(최량은 아니다.) 수리론을 리용하는 몇단계의 절차인데 여기서 매 단계는 앞단계의 결과를 리용한다.

ㄱ) C=1

ㄴ) $C=(C\times P)$ % N을 K_P번 반복한다.

이런 방법으로 콤퓨터프로그람은 순환을 리용하여 C를 계산할수 있게 작성될수 있다. 실례로 6^5 %119는 41인데 다음과 같이 계산될수 있다.

ㄱ) (1×6) % 119=6

ㄴ) (6×6) % 119=36

ㄷ) (36×6) % 119=97

ㄹ) (97×6) % 119=106

ㅁ) (106×6) % 119=41

이 방법을 리용하여 227^{16} % 100을 계산하시오.

제24장. TCP/IP규약묶음1

전송조종규약/호상망결합규약(TCP/IP)은 모든 전송이 인테네트를 통하여 어떻게 교환되는가를 정의하는 규약모임 또는 규약묶음이다. 그중 가장 일반화된 두개의 규약이름을 따서 TCP/IP는 몇년동안에 활성화되였으며 그 효과성은 전세계범위에서 립증되였다.

24.1. TCP/IP의 요약

1969년에 어떤 계획이 현대연구계획국(ARPA)에 의하여 작성되였다. ARPA는 점대점임대회선으로 련결된 콤퓨터들의 파케트교환망을 확립하였으며 그것을 현대연구계획국망(ARPANET)이라고 불렀다. 이것은 초기의 망결합연구의 기초로 되였다. 개별적인 콤퓨터들이 망을 통하여 어떻게 통신할수 있는가를 규정하기 위하여 ARPA에서 개발한 협정이 TCP/IP로 되였다.

망결합가능성이 증가하여 서로 다른 형태의 련결고리들과 장치들을 포함하는데 따라 ARPA는 TCP/IP를 새로운 기술의 요구에 적응시켰다. TCP/IP에 가입하는 정도가 점차 증가하여 ARPANET의 범위는 오늘 인터네트라고 하는 호상망의 중추로 되는 지경에까지 팽창하였다.

TCP/IP와 호상망

TCP/IP와 호상망결합의 개념은 함께 발전하였고 서로 장성을 떠밀어 주었다. 그러나 규약에 더 깊이 들어 가기전에 TCP/IP가 그것이 봉사하는 호상망의 물리적실체와 어떻게 관계되는가를 리해할 필요가 있다.

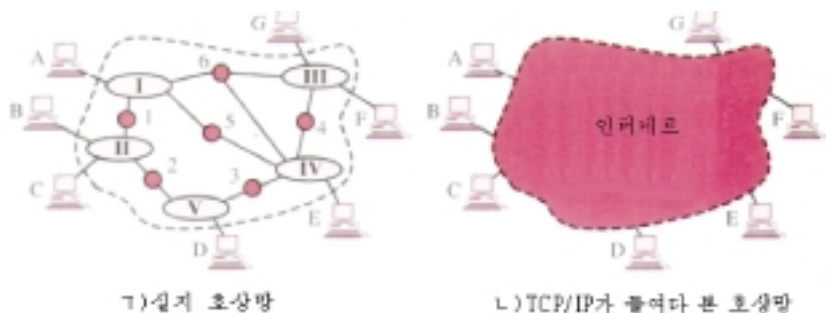



그림 24-1. TCP/IP에 따르는 호상망

TCP/IP에 기초한 호상망은 임의의 크기와 형태를 가진 많은 콤퓨터들을 접속하고 하나의 망처럼 동작한다. 내부적으로 호상망(보다 특히는 인터네트)은 호상망결합장치들로 함

께 련결된 독립적인 물리적망(LAN등의)들의 호상접속이다. 그림 24- 1은 가능한 호상망의 망형태를 보여 준다. 이 실례에서 A, B, C 등은 주콤퓨터를 표시한다. TCP/IP에서 host는 어떤 콤퓨터이다. 그림에서 번호 1, 2, 3 등의 진한 원은 경로조종기 또는 관문이다. 로마수자(Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ 등)를 포함하는 보다 큰 타원들은 개별적인 물리적망을 표시한다.

TCP/IP에서는 같은 호상망이지만 아주 다르게 보인다. TCP/IP는 호상접속된 모든 물리적망들을 하나의 큰 망으로 고찰한다. 그것은 모든 주콤퓨터들이 개별적인 물리적망들에 아니라 보다 큰 론리적망에 접속된것으로 고찰한다.

TCP/IP와 OSI

전송조종규약(TCP)은 OSI모형전에 개발되였다. 그러므로 TCP/IP규약의 층들은 OSI모형과 꼭 맞지 않는다. TCP/IP규약은 5개 층 즉 물리층, 자료련결층, 망층, 전송층, 응용층으로 이루어 진다. TCP/IP의 응용층은 OSI모형의 대화, 표현, 응용층의 조합과 동일하다.

전송층에서 TCP/IP는 두개 규약을 정의한다. 즉 TCP와 사용자데타그람규약(UDP) 망층에서 TCP/IP가 정의한 기본규약은 호상망결합규약(IP)이다. 물론 이 층에는 자료이동을 지원하는 몇가지 규약도 있다.

물리 및 자료련결층에서 TCP/IP는 어떤 특정의 규약을 정의하지 않는다. 그것은 이 책의 초기에 고찰된 모든 규격 및 독립적규약들을 다 지원한다. TCP/IP호상망에서 한개 망은 LAN, MAN, 또는 WAN일수 있다.

교갑화

그림 24-2는 TCP/IP규약묶음의 매층에서 자료단위들의 교갑화를 보여 준다. 응용층에서 창조된 자료단위는 통보라고 한다. TCP 또는 UDP는 토막 또는 사용자데타그람이라는 자료단위를 창조한다. 또 IP층은 데타그람이라는 자료단위를 창조한다. 인터네트를 통한 데타그람의 이동은 TCP/IP규약의 책임이다. 그러나 한 망으로부터 다른 망으로 물리적으로 이동하려면 데타그람이 그 망의 자료련결층에서 프레임안에 교갑화되고 전송매체를 따라 신호로서 전송되여야 한다.

24. 2. 망층

망층에(보다 정확히는 호상망층에서) TCP/IP는 호상망규약(IP)을 지원한다. IP도 4개의 지원규약 즉 ARP, RARP, ICMP, IGMP를 포함한다. 매개 규약은 이 장의 마지막에서 서술될것이다.

호상망규약(IP)

IP는 TCP/IP규약에서 리용되는 전송구조이다. 그것은 믿음직하지 못하며 무접속데타

그람규약 즉 회선의 전달봉사이다. 술어회선은 IP가 오유검사나 추적을 보장하지 않는다는것을 의미한다. IP는 해당한 층의 비신뢰성을 가정하며 목적지까지 전송이 도달하도록 최선을 다하는데 담보되지는 못한다. 앞 장들에서 본바와 같이 물리적망을 통한 전송은 여러가지 리유로 파괴될수 있다. 잡음은 매체를 통하는 전송과정에 비트오유를 일으킬수 있다. 혼잡된 경로조종기는 시간한계내에서 데타그람을 중계할수 없다면 버린다. 급변하는 경로조종은 순환이나 데타그람의 극단적인 파괴를 초래할수 있다. 금지된 련결고리는 목적지까지 가능한 행로를 설정할수 없게 한다.

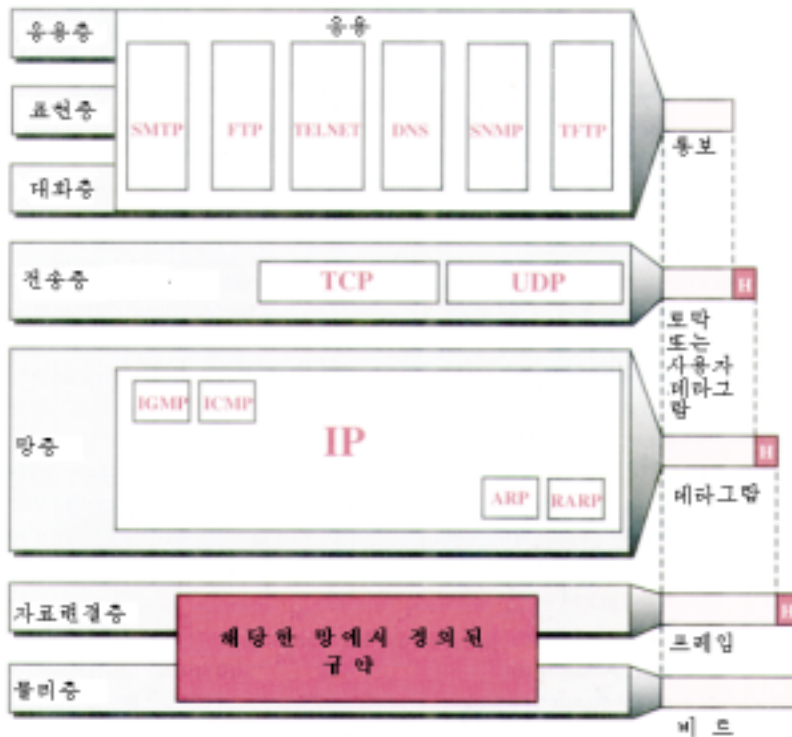



그림 24-2. TCP/IP와 OIS모형

만일 믿음성이 중요하다면 IP는 TCP와 같은 믿음성규약과 쌍을 지어야 한다. 최선의 전달봉사를 보다 일반적으로 리해하기 위한 실례가 우편국이다. 우편국은 우편을 최대 노력으로 전송한다. 그러나 항상 성공하지는 못한다. 만일 비동기편지가 잃어 졌다면 잃어 진것을 찾고 문제를 바로 잡는것은 송신자 또는 수신자의 의무이다. 우편국 그자체는 매 편지를 뒤쫓아 가지 않으며 송신자에게 잃어 졌거나 손상됐다고 통지할수 없다. IP와 믿음성기술이 있는 규약과 쌍을 이루는것과 류사한 실례로서 우편국에 부치는 편지에 포함된 자체주소가 있는 우표물은 우편엽서이다. 편지가 전달되면 수신자는 그 엽서를 송신자에게 다시 보내서 성과적임을 알린다. 만일 송신자가 그 우표엽서를 받지 못하면 그는 편지가 잃어 진것으로 알고 또 다른것을 보낸다.

IP는 데타그람이라고 하는 파케트로 자료를 전송한다(아래에서 서술한다.). 매개는 따

로따로 전송된다. 데타그람들은 서로 다른 경로를 따라서 이동할수도 있고 순서가 어긋나서 또는 중복되여 도착할수 있다. IP는 경로를 추적하지 못하며 데타그람이 도착하면 기록하기 위한 시설도 없다. 그것은 무접속봉사이기때문에 IP는 전송을 위하여 가상회선를 창조하지 않는다. 수신기에서 전송이 오고 있다는것을 경계할수 있는 호출장치도 없다.

그러나 IP의 제한된 기능을 취약성으로 고찰하여서는 안된다. IP는 사용자가 주어 진 응용에 필요한 시설들만 첨가하게 하는 봉사 없는 전송기능을 보장하며 따라서 최대의 효률을 낼수 있게 한다.

데타그람

IP층에서 파케트를 데타그람이라고 한다. 그림 24−3은 IP데타그람형식을 보여 준다. 데타그람은 두 부분으로 이루어 진 가변길이파케트이다 (65,536byte까지 즉 머리부와 자료). 머리부는 20～60byte이며 경로조종과 전달에 필요한 정보를 포함한다. TCP/IP에서 머리부를 4개 구간으로 보여 주는것이 통례이다. 매개 마당을 아래에서 간단히 서술한다.

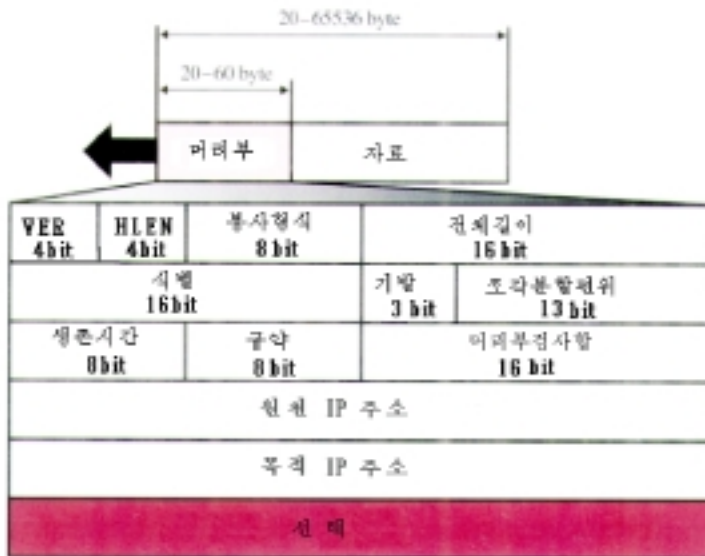



그림 24−3. IP데타그람

- **변종** 첫 마당은 IP의 변종번호를 정의한다. 현재 변종은 4(IPv4)이며 2진수 0100이다.
- **머리부길이(HLEN)** HLEN마당은 4개 바이트로 머리부의 길이를 정의한다. 4개 비트는 0과 15사이의 값을 표시할수 있으며 4를 곱하면 최대 60byte까지 된다.
- **봉사형식** 봉사형식마당은 데타그람이 어떻게 취급되여야 하는것을 정의한다. 그것은 데타그람의 우선권을 정의하는 비트들을 포함한다. 또한 처리능력수준(믿음성, 지연 등)과 같은 송신기가 희망하는 봉사형태를 규정하는 비트들도 포함한다.
- **전체 길이** 전체 길이마당은 IP데타그람의 전체 길이를 정의한다. 그것은 두 바이트

이며(16bit) 65,535byte까지 정의한다.

- **식별** 식별마당은 쪼각분할때 리용된다. 데타그람은 각이한 망을 통과할 때 매개 망 프레임크기에 맞도록 쪼각으로 분할될수 있다. 이렇게 되면 매개 쪼각은 이 마당의 순서번호로 식별된다.
- **기발** 이 기발마당의 비트들은 쪼각분할을 취급한다(데타그람은 쪼각날수도 있고 안 날수도 있다. 첫번째, 가운데, 매개 쪼각 등 일수 있다.).
- **쪼각분할편기** 쪼각분할편기는 본래 데타그람에서 자료의 편기를 보여 주는 지적자이다(쪼각분할된다면).
- **보관시간** 보관시간마당은 데타그람이 빠지기전에 이동할수 있는 반사수를 정의한다. 원천주콤퓨터가 데타그람을 창조할 때 이 마당을 초기값으로 설정한다. 그다음 데타그람이 인터네트를 통하여 이동하는데 따라 매 경로조종기마다 이 값을 1씩 감소시킨다. 만일 이 값이 0으로 된다면 그 데타그람은 버린다. 이것은 데타그람이 경로조종기들사이에 계속 왔다갔다 하는것을 방지한다.
- **규약** 규약마당은 어느 웃층규약자료가 데타그람에 교갑화되는가를 정의한다(TCP, UDP, ICMP 등).
- **머리부검사합** 이것은 머리부의 완결성을 검사하는데 리용하는 16bit마당이다. 파케트나머지부분은 아니다.
- **원천주소** 원천주소마당은 4byte(32bit)인터네트주소이다. 그것은 데타그람의 발신원천을 식별한다.
- **목적주소** 목적주소마당은 4byte(32bit)인터네트주소이다. 그것은 데타그람의 최종목적지를 식별한다.
- **선택** 선택마당은 IP데타그람에 보다 더 기능을 부여한다. 그것은 경로조종, 시간일치, 관리, 정렬을 조종하는 마당들을 나를수 있다.

24. 3. 주소화

개별적인 장치들을 식별하고 물리주소(NIC에 있다)외에도 인터네트는 추가적인 주소화를 요구한다. 즉 주소는 주콤퓨터와 그것의 망접속을 식별한다.

매개 인터네트주소는 4byte(32bit)로 구성되며 세개 마당을 정의한다. 즉 클라스형식, 망식별자, 주콤퓨터식별자. 이 부분들은 가변길이이며 국소클라스에 관계된다(그림 24-4).

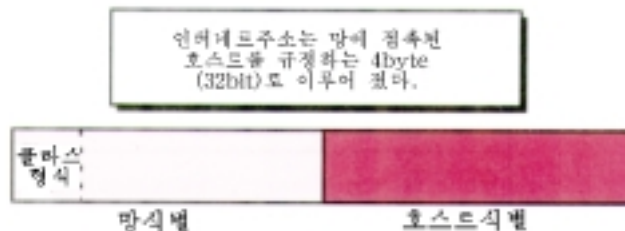



그림 24-4. 인터네트주소

클라스

현재 다섯개의 각이한 마당길이패턴이 리용중에 있으며 매개는 주소클라스를 정의한다. 각 클라스는 각이한 형태의 조직들의 요구를 포괄하도록 설계된다. 실례로 클라스 A 주소는 수자적으로 가장 낮다. 그것들은 한 바이트만을 리용하여 클라스형식과 망식별자를 식별하며 세 바이트는 주콤퓨터식별자번호를 위하여 남겨 둔다. 이 분할은 클라스 A 망들이 클라스 B, C망들보다 훨씬 많은 주콤퓨터들을 수용할수 있다는것을 의미한다. B와 C는 2 및 1byte주콤퓨터식별자마당을 보장한다. 현재 A클라스와 B클라스는 다 찼다. 주소들은 클라스 C에서만 가능하다.

클라스 D는 다중수신자송신주소를 위하여 예약된다. 다중수신자송신은 데타그람의 복사본들이 개별적주콤퓨터에로가 아니라 선택된 주콤퓨터그룹에 보내지도록 한다. 그것은 방송과 비슷하지만 방송이 가능한 모든 목적지들에 파케트를 보낸다면 다중수신자송신은 전송이 선택된 보조모임들에게 진행되도록 한다. 클라스 E주소는 앞으로의 리용을 위하여 예약된다. 그림 24-5는 매개 IP주소클라스의 구조를 보여 준다.

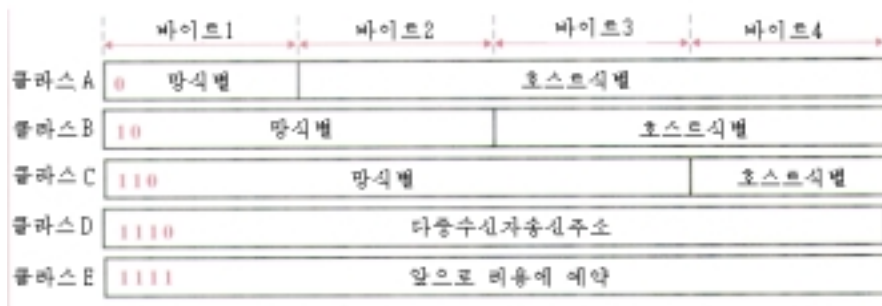



그림 24-5. 인터네트클라스

실례 24. 1

다음 주소들의 클라스를 지적하시오.

ㄱ) 10011101 10001111 11111100 11001111
ㄴ) 11011101 10001111 11111100 11001111
ㄷ) 01111011 10001111 11111100 11001111
ㄹ) 11101011 10001111 11111100 11001111
ㅁ) 11110101 10001111 11111100 11001111

풀이

첫 비트들이 클라스를 정의한다.

ㄱ) 클라스 B
ㄴ) 클라스 C

ㄷ) 클라스 A
ㄹ) 클라스 D
ㅁ) 클라스 E

점-10진표기

32bit형식을 보자. 짧고 읽기 쉽게 하기 위하여 인터네트주소는 보통 바이트를 소수점으로 분리하는 10진수형식으로 쓴다. 이것을 점-십진표기라고 한다. 그림 24-6은 비트패턴과 10진주소형식을 보여 준다.

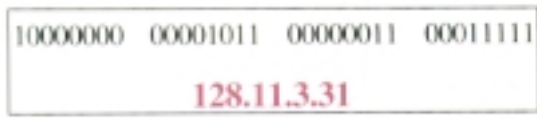



그림 24-6. IP주소의 16진표기

10진형식주소의 첫 바이트를 보면 특정의 주소가 어느 클라스에 속하는가를 쉽게 결정할수 있다(그림 24-7).

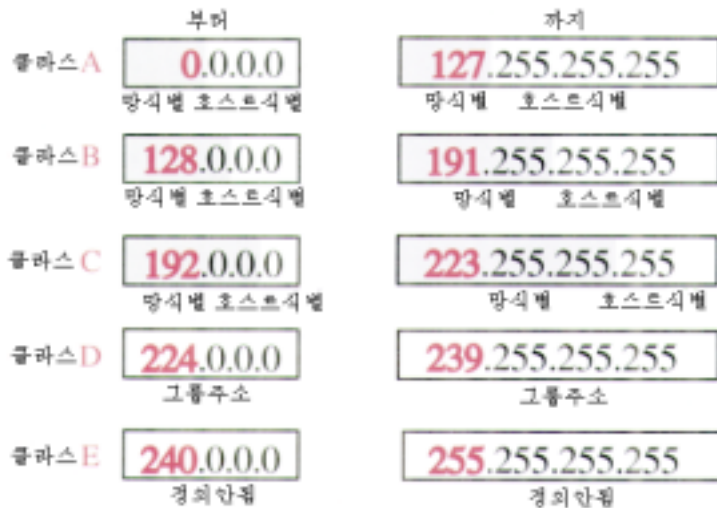



그림 24-7. 인터네트주소의 클라스범위

실례 24. 2

다음의 주소를 점-10진표기로 쓰시오.

ㄱ) 10011101 10001111 11111100 11001111
ㄴ) 11011101 10001111 11111101 00001111

ㄷ) 01011101 00011111 00000001 11110101
ㄹ) 11111101 10001010 00001111 00111111
ㅁ) 11111110 10000001 01111110 00000001

풀이
매개 바이트는 0～255사이의 10진수로 변환된다.
ㄱ) 157.143.252.207
ㄴ) 221.143.253.15
ㄷ) 93.31.1.245
ㄹ) 253.138.15.53
ㅁ) 254.129.126.1

실례 24. 3

매개 주소의 클라스를 찾으시오
ㄱ) 4.23.145.90
ㄴ) 227.34.78.7
ㄷ) 245.7.3.8
ㄹ) 29.6.8.4
ㅁ) 198.76.9.23

풀이
첫 바이트는 클라스를 정의한다.
ㄱ) 클라스 A
ㄴ) 클라스 D
ㄷ) 클라스 E
ㄹ) 클라스 B
ㅁ) 클라스 C

실례 24. 4

매 주소의 망식별자와 주콤퓨터의 식별자를 찾으시오.
ㄱ) 4.23.145.90
ㄴ) 227.34.787
ㄷ) 246.7.3.8
ㄹ) 129.6.84
ㅁ) 198.76.923

풀이
먼저 클라스를 찾고 다음 망식별자, 주콤퓨터식별자를 찾는다.

	클라스	망식별자	주콤퓨터식별자
ㄱ)	A	4	23.145.90
ㄴ)	D	×	×
ㄷ)	E	×	×
ㄹ)	B	129.6	8.4
ㅁ)	C	198.76. 9	23

실례 24. 5

매개 주소들의 망주소를 찾으시오

ㄱ) 4.23.145.90
ㄴ) 227.34.78.7
ㄷ) 246.7.3.8
ㄹ) 129.6.8.4
ㅁ) 198.76.9.23

풀이

먼저 클라스를 찾고 다음 망주소를 구한다.

	클라스	망주소
ㄱ)	A	4.0.0.0
ㄴ)	D	×
ㄷ)	E	×
ㄹ)	B	129.6.0.0
ㅁ)	C	198.76.9.0

여러 주소를 가진 마디점

이미 말한바와 같이 호상망주소는 마디의 망접속을 정의한다. 그러므로 임의의 장치가 여러 망에 접속되면 여러개의 호상망주소를 가져야 한다(실례로 경로조종기). 실제로 한 장치는 자기가 접속되여 있는 매개 망에 대한 각이한 주소를 가진다.

호상망의 실례

호상망주소는 주콤퓨터가 속해 있는 망과(망식별자) 주콤퓨터 그자체(주콤퓨터식별자)를 다 규정한다. 그림 24-8은 LAN들로 이루어 진 호상망의 일부를 보여 준다(세개의 이써네트와 통표고리). 경로조종기들은 R를 포함한 원으로 나타냈다. 관문들은 G를 포함하는 통으로 표시된다. 매개는 자기가 접속된 망들에 대하여 주소를 따로 가진다. 그림에서 망주소를 색갈주소로 보여 주었다. 망주소는 호스트식별자부분이 0인 망식별자이다. 그림에서 망주소는 129.8.0.0(클라스 B), 124.0.0.0(클라스 A), 134.18.0.0(클라스 B), 220.3.6.0(클라스 C)이다.

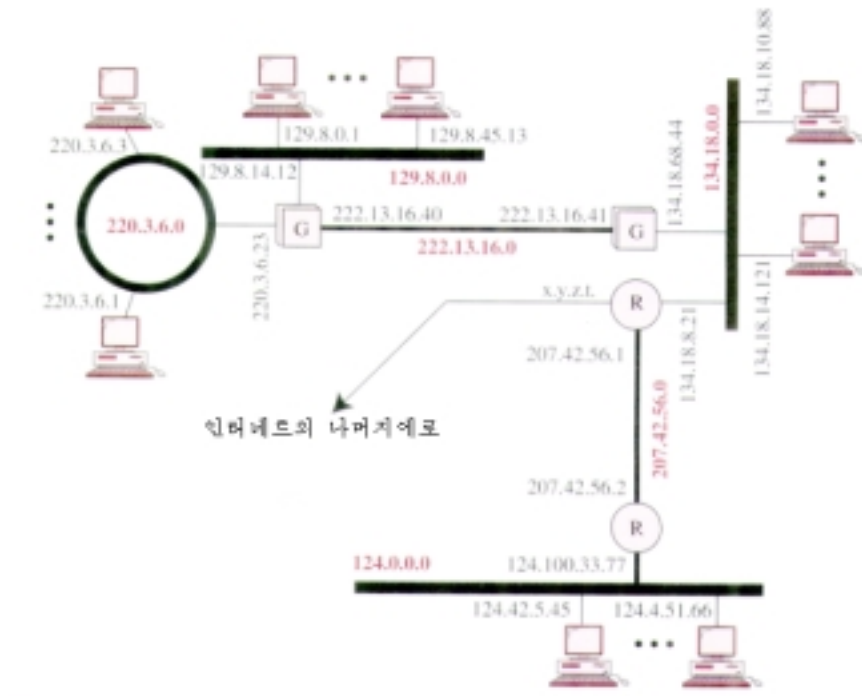



그림 24-8. 망과 호스트주소

24.4. 부분망분할

앞에서 고찰한바와 같이 IP주소는 32bit의 길이이다. 주소의 한 부분은 망식별자이며 다른 부분은 망의 호스트(또는 경로조종기)를 나타낸다(호스트식별자). 이것은 IP주소화가 계층체계로 된것 같은 느낌을 준다. 인터네트의 호스트에 도달하기 위해서는 우선 주소의 첫 부분(망식별자)을 리용하여 망에 도달해야 한다. 다음 두번째 주소(호스트식별자)를 리용하여 호스트 그자체에 도달해야 한다. 다른 말로 클라스 A, B, C는 IP주소화에서 두 준위의 계층구조로 설계된다.

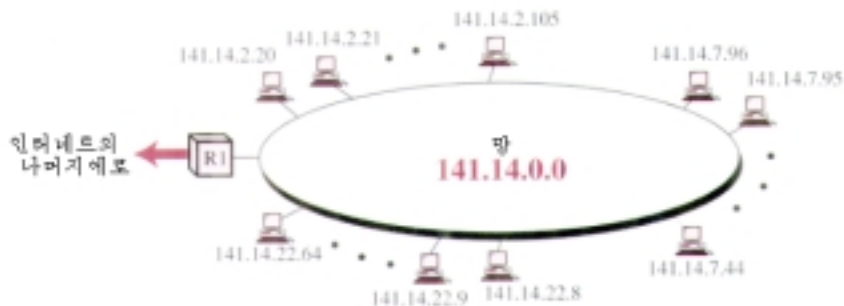



그림 24-9. 두 준위계층을 가진 망(보조분할되지 않음)

그러나 많은 경우에 이 두 준위의 계층구조는 충분하지 못하다. 실례로 클라스 B주소를 가진 조직을 생각하자. 그 조직은 2준위계층형주소화를 가지지만 여러개의 물리적망을 가질수 없다(그림 24-9).

이 방식으로는 그 조직이 두 준위계층으로 제한된다. 호스트들은 그룹으로 조직될수 없으며 모든 호스트들은 같은 준위를 가진다. 조직은 많은 호스트로 된 한개의 망을 가진다.

이런 문제의 해결방법이 부분망분할이다. 즉 부분망이라는 보다 작은 망들로 망을 더 분할한다. 실례로 그림 24-10은 그림 24-9가 세개의 부분망으로 분할된것을 보여 준다.

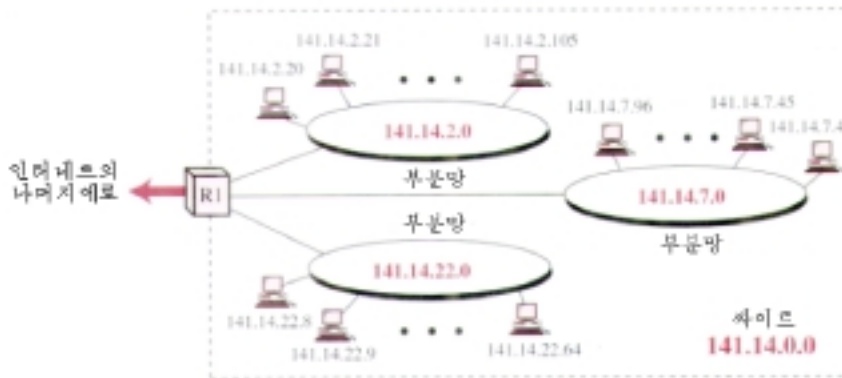



그림 24-10. 세 준위계층구조를 가진 망(보조분할된것)

이 실례에서 인터네트의 나머지 부분은 망이 세개의 물리적망으로 나누인것을 알지 못하며 이 세개의 부분망을 여전히 한개의 망으로 본다. 호스트 141.14.2.21에 목표한 파케트는 여전히 경로조종기 R1에 도착한다. IP데타그람의 목적주소는 여전히 클라스 B주소이며 141.14는 망식별자를, 2. 21은 호스트식별자를 정의한다.

그러나 파케트가 경로조종기 R1에 도달하면 IP주소의 해석은 달라 진다. 경로조종기 R1은 망 141.14가 물리적으로 세개의 부분망으로 분할된것으로 안다. 또 마지막 두 바이트가 두가지 즉 부분망식별자와 호스트식별자를 정의한다는것을 안다. 그러므로 2. 21은 부분망식별자 2와 호스트식별자 21로 해석된다. 경로조종기 R1은 첫 두 바이트를(141.14) 망식별자로, 세번째(2)를 부분망식별자로, 네번째(21)를 호스트식별자로 해석한다.

3준위계층구조

부분망들을 더하면 IP주소체계에서 중간준위계층을 창조한다. 이제는 세 준위를 가질수 있다. 즉 망식별자, 부분망식별자, 호스트식별자. 망식별자는 첫 준위이며 싸이트를 정의한다. 두번째 준위는 부분망식별자로서 물리적인 부분망을 정의한다. 호스트식별자는 세번째 준위이며 부분망에 대한 호스트의 접속을 정의한다(그림 24-11).

IP데타그람의 경로조종은 세 단계를 포함한다. 즉 싸이트에로 전달, 부분망에 전달, 호스트에 전달.

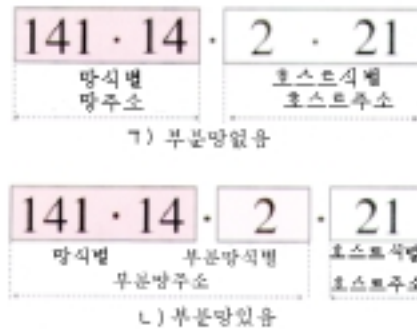



그림 24-11. 부분망분할이 있는 망과 없는 망에서 주소

마스크화

마스크화는 IP주소로부터 물리적망의 주소를 추출하는 과정이다. 마스크화는 부분망분할을 해도 하지 않아도 수행될수 있다. 만일 망으로 분할되지 않는다면 마스크화는 IP주소에서 망주소를 추출한다. 부분망으로 분할된다면 마스크화는 IP주소에서 부분망주소를 추출한다(그림 24-12).

그림 24-12. 마스크화

부분망분할이 없을 때 마스크

호환성을 위하여 경로조종기들은 부분망분할이 없다 해도 마스크를 리용한다. 부분망분할이 없는 망의 마스크들은 표 24-1에서 정의되였다.

부분망분할이 있을 때 마스크

부분망분할이 있을 때 마스크는 변할수 있다. 표 24-2는 부분망분할을 위하여 리용된 마스크의 몇개 실례를 보여 준다.

표 24-1 부분망분할없는 망의 마스크

클라스	마스크	주소(실례)	망주소(실례)
A	255.0.0.0	15.32.56.7	15.0.0.0
B	255.255.0.0	135.67.13.9	135.67.0.0
C	255.255.255.0	201.34.12.72	201.34.12.0
D	N/A	N/A	N/A
E	N/A	N/A	N/A

표 24-2 부분망분할된 망의 마스크

클라스	마스크	주소(실례)	망주소(실례)
A	255.255.0.0	15.32.56.7	15.32.0.0
B	255.255.255.0	135.67.13.9	135.67.13.0
C	255.255.255.192	201.34.12.72	201.34.12.64
D	N/A	N/A	N/A
E	N/A	N/A	N/A

부분망주소구하기

부분망주소를 찾기 위하여 IP주소에서 마스크를 적용한다.

경계준위마스크

만일 마스크화가 경계준위에 있다면(마스크변화가 255 또는 0) 부분망주소를 구하는 것은 대단히 쉽다. 다음의 두가지 규칙에 따른다.

1. IP주소에서 마스크의 255에 대응하는 바이트들은 부분망주소에 그대로 반복된다.
2. IP주소에서 마스크의 0에 대응하는 바이트들은 부분망주소에 0으로 반복된다.

실례 24. 6

다음의 내용은 IP주소에서 부분망주소를 어떻게 얻는가를 보여 준다.

IP주소	45 .	23 .	21 .	8
마스크	255 .	255 .	0 .	0
부분망주소	45 .	23 .	0 .	0

실례 24. 7

다음의 내용은 IP주소에서 부분망주소를 어떻게 얻는가를 보여 준다.

IP주소	173	.	23	.	21	.	8
마스크	285	.	255	.	255	.	0
부분망주소	173	.	23	.	21		0

비경계준위마스크

마스크화가 경계준위에 있지 않다면(마스크번호는 255나 0만이 아니다.) 부분망주소를 구하는것은 비트별 AND연산을 리용하는것을 동반한다.

다음의 세가지 규칙을 따른다.

1. IP주소에서 마스크의 255에 대응하는 바이트는 그대로 쓴다.
2. IP주소에서 마스크의 0에 대응하는 바이트는 0으로 쓴다.
3. 기타 바이트들은 비트별 AND연산을 리용한다.

실례 24. 8

다음의 내용은 IP주소에서 부분망주소를 어떻게 얻는가를 보여 준다.

IP주소	45	.	123	.	21	.	8
마스크	255	.	192	.	0	.	0
부분망주소	45	.	64	.	0	.	0

볼수 있는바와 같이 세 바이트는 결정하기가 쉽다. 그러나 두번째 바이트는 비트별 AND연산을 요구한다. 비트별 AND연산은 아주 단순하다. 두 비트가 다 1이면 1, 그렇지 않으면 0이다.

123	0 1 1 1 1 0 1 1
192	1 1 0 0 0 0 0 0
64	0 1 0 0 0 0 0 0

실례 24. 9

다음의 내용은 IP주소에서 부분망주소를 어떻게 얻는가를 보여 준다.

IP주소	213	.	23	.	47	.	37
마스크	255	.	255	.	255	.	240
부분망주소	213	.	23	.	27	.	32

보는바와 같이 세개 바이트는 쉬우나 4번째 바이트는 비트별 AND연산을 필요로 한다.

37	0 0 1 0 0 1 0 1
240	1 1 1 1 0 0 0 0
32	0 0 1 0 0 0 0 0

24.5. 망층의 기타 규약

TCP/IP는 망층에서 기타 4개 규약을 지원한다. 즉 ARP, RARP, ICMP, IGMP.

주소결정규약(ARP)

주소결정규약은 IP주소와 물리적주소를 련관시킨다. LAM과 같은 련관적인 물리적망우에서 련결고리의 매개 장치는 망결합기판(NIC)에 새겨 진 물리적 또는 국주소로 식별한다.

물리주소는 국부적권한을 가지며 쉽게 변화될수 있다. 실례로 어떤 장치의 NIC가 고장이라면 물리주소도 변한다. 한편 IP주소는 망층의 권한을 가지며 변화될수 없다. ARP는 인터네트주소가 알려 질 때 마디의 물리적주소를 구하는데 리용된다.

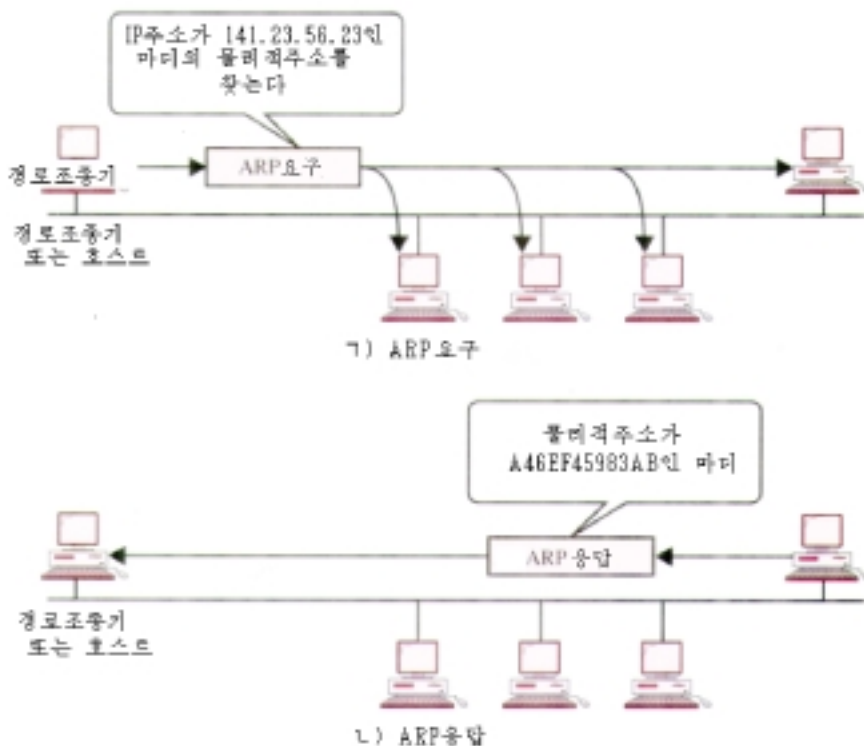



그림 24-13. ARP

호스트, 경로조종기들이 그 망의 또 다른 호스트의 물리주소를 구할 필요가 있을 때 그것은 IP주소를 포함하는 ARP조사파케트를 형식화하여 그것을 망에 방송한다(그림 24−13). 망의 모든 호스트는 ARP파케트를 수신하고 처리한다. 그러나 오직 목표한 수신자망이 호상망주소를 인식하고 자기의 물리주소를 보낸다. 데타그람을 유지하고 있는 호스트는 목표호스트의 주소를 캐쉬기억기와 데타그람머리부에 첨가하여 자기 길을 따라 데타그람을 송신한다.

역주소결정규약(RARP)

역주소결정규약(RARP)은 호스트가 자기의 물리주소를 알 때 호상망주소를 알아 낼수 있게 한다. 여기서 문제는 왜 RARP를 필요로 하는가 하는것이다. 호스트는 자기 하드디스크에 호상망주소를 기억시키도록 지원되여 있다.

그러나 호스트가 디스크가 없는 콤퓨터라면 어떻게 하겠는가? 콤퓨터가 처음으로 망에 련결된다면?, 새로운 콤퓨터를 구입하여 이전의 NIC를 그대로 유지하려 한다면 어떻게 하겠는가?

RARP는 ARP와 거의 마찬가지로 동작한다. 자기의 호상망주소를 회복하려고 하는 호스트는 자기 물리주소가 포함된 RARP조사파케트를 그 물리망의 모든 호스트에 방송한다. 그 망의 봉사기는 RARP파케트를 인식하고 그 호스트의 호상망주소를 귀환시킨다.

호상망조종통보규약(ICMP)

호상망조종통보규약(ICMP)은 호스트와 경로조종기가 송신기에 데타그람문제들의 통지를 보내기 위하여 리용하는 구조이다.

우에서 본바와 같이 IP는 본질적으로 믿음성이 없으며 무접속규약이다. 그러나 ICMP는 IP가 송신기에 데타그람이 전달불가능한가를 알려 줄수 있게 한다. 데타그람은 그것을 목적지까지 전달할수 있는 경로조종기에 도달할 때까지 경로조종기들사이에서 이동한다. 만일 경로조종기가 비정상적인 조건(금지된 련결고리, 장치고장) 또는 망혼잡때문에 데타그람을 경로조종하거나 전달할수 없다면 ICMP는 그것을 본래원천에 알려 주도록 한다.

ICMP는 반향검사/응답을 리용하여 목적지가 도달할수 있는가, 응답할수 있는가를 검사한다. 또한 그것은 조종 및 오유통보를 다 취급하나 그자체의 기능으로는 문제를 보고만 하고 교정은 하지 못한다. 교정의 책임은 송신기에 있다.

데타그람은 본래송신기와 최종목적지의 주소만을 나른다. 그것은 지나온 경로조종기들의 주소는 모른다. 이런 리유로 하여 ICMP는 통보를 원천으로만 보낼수 있으며 중간의 경로조종기들에는 보내지 않는다.

호상망그룹통보규약(IGMP)

IP규약은 두가지 형태의 통신에 도입될수 있다. 즉 단일수신자송신과 다중수신자송신. 단일수신자송신은 한개 송신기와 한개 수신기사이의 통신이다. 그것은 1대 1통신이다. 그

러나 어떤 과정들은 때때로 같은 통보를 동시에 여러 수신기들에 보낼것을 요구한다. 이것을 다중수신자송신이라고 하는데 1대 N송신이다. 다중수신자송신은 많이 응용된다. 실례로 여러 증권중개자들이 주식가격의 변화를 동시에 통보 받을수 있으며 려행사들이 려행포기를 통보 받을수 있다. 어떤 응용들은 먼거리학습과 요구에 따르는 영상 등을 포함한다.

IP주소는 다중수신자송신을 지원한다. 1110(클라스 0)으로부터 시작되는 모든 32bit IP주소들은 다중수신자송신주소이다. 그룹주소에 대한 나머지 28bit로써 2억 5천만개이상의 주소가 배당될수 있다. 이중에 어떤 주소들은 영구배당된다.

호상망그룹통보규약(IGMP)은 경로조종기가 다중수신자송신그룹의 성원인 LAN의 호스트들을 식별할수 있게 설계되였다. 그것은 IP규약과 한조이다.

24.6. 전송층

전송층은 TCP/IP에서 두가지 규약으로 표시된다. 즉 TCP와 UDP. 이중에서 UDP는 단순하며 믿음성과 안정성이 크기나 속도보다 덜 중요할 때의 비순서전송기능을 보장한다. 그러나 대부분 응용들은 믿음성 있는 종단-종단전달을 요구하며 따라서 TCP를 리용한다.

IP는 원천호스트에서 목적호스트에로 데타그람을 전달한다. 즉 호스트-호스트규약을 만든다. 그러나 오늘의 조작체계들은 다중사용자와 다중처리환경을 지원한다. 실행프로그람을 과정이라고 한다. 데타그람을 수신하는 호스트는 여러개의 동시적인 과정들을 실행하고 있을수 있으며 그중 어느 하나가 전송의 목적지일수도 있다. 사실 망을 통하여 다른 호스트에 통보를 보내는 호스트라고 하면 그것은 바로 목적과정에 통보를 보내는 원천과정을 의미한다.

TCP/IP의 전송규약은 규약포구(보다 간단히는 포구)라고 하는 개별과정들에 대한 개념적접속을 정의한다. 규약포구는 어떤 특정한 과정이 리용하도록 자료를 기억시키기 위한 목적점(보통 완충기)이다. 과정들사이의 결합과 그들의 대응하는 포구는 그 호스트의 조작체계가 제공한다.

그림 24-14. 포구주소

IP는 호스트-호스트 규약이며 이것은 그것이 한 물리장치에서 다른 장치로 파케트를 전달할수 있다는것을 의미한다. TCP/IP의 전송준위규약들은 포구대 포구규약들이다. 이것은 IP규약의 제일 웃부분에서 동작하여 파케트를 전송시작쪽에서 발신포구의 IP봉사로 그리고 끝쪽에서 IP봉사의 목적포구로 전달한다(그림 24−14).

매개 포구는 전송층파케트의 머리부에서 운반되는 정의옹근수주소로 정의된다. IP데타그람은 호스트의 32bit호상망주소를 리용한다. 전송준위에서 프레임은 16bit의 파정포구주소를 리용하는데 60,536(0−65,535)개까지의 포구들을 지원하는데 충분하다.

사용자데타그람규약(UDP)

사용자데타그람규약(UDP)은 두개의 포구 TCP/IP전송규약들에서보다 단순한것이다. 그것은 종단-종단준위규약으로서 웃층에서의 자료에 포구주소, 검사합오유조종, 길이정보만을 첨가한다.

UDP가 형성한 파케트를 사용자데타그람이라고 한다(그림24−15).

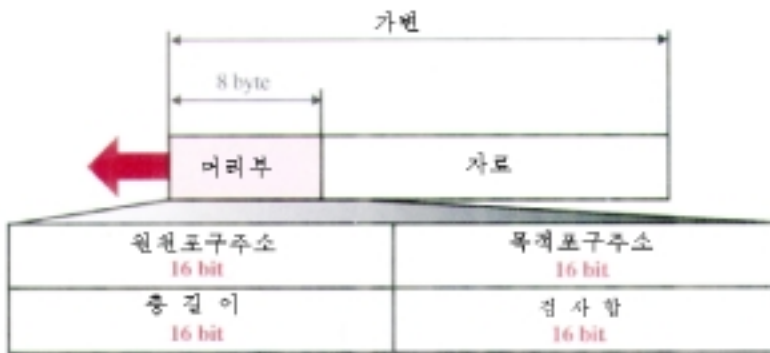



그림 24−15. UDP데타그람방식

그 마당들을 간단히 서술한다.

- **원천포구주소** 원천포구주소는 그 통보를 창조한 응용프로그람의 주소이다.
- **목적포구주소** 이것은 그 통보를 받게 될 응용프로그람의 주소이다.
- **전체 길이** 이 마당은 사용자데타그람의 총 길이를 바이트로 정의한다.
- **검사합** 검사합은 오유검출에 리용되는 16bit마당이다.

UDP는 종단-종단전달에 필요한 기초기능들만 정의한다. 그것은 순서화나 재배렬기능을 보장하지 않으며 오유를 보고할 때(이것은 ICMP와 결합되여야 한다.) 손상된 파케트를 규정할수 없다. UDP는 오유가 일어 났다는것을 알수는 있다. ICMP는 송신기에 사용자데타그람이 손상되고 버렸다는것을 통지한다. 그러나 어느 하나도 어느 파케트가 손실됐는가를 규정할수는 없다. UDP는 검사합만을 포함하며 특정의 자료토막에 대한 ID나 순서번호는 없다.

전송조종규약(TCP)

전송조종규약(TCP)은 응용들에 대한 전체 전송층봉사들을 보장한다. TCP는 믿음직한 흐름전송포구대포구규약이다. 여기서 술어《흐름》은 접속지향을 의미한다. 즉 접속은 자료를 송신하기전에 량쪽에서 확립되여야 한다. 이 접속을 창조함으로써 TCP는 전송기간에 능동으로 되는 송신기와 수신기사이의 가상회선를 발생시킨다(전체 교환기간의 접속들은 각이하며 개별 응용들에서 대화기능들이 취급한다.). TCP는 수신기에 데타그람이 로상에 있다는것(접속확립)을 알림으로써 전송을 시작하고 접속종결로써 전송을 끝낸다. 이런 방법으로 수신기는 한개 파케트가 아니라 전체 전송을 기대하게 된다.

IP와 UDP는 한개 전송에 속하는 여러 데타그람들을 완전히 서로 관계가 없는 단위들로 취급한다. 그러므로 목적지에서 매개 데타그람의 도착은 독립적인 사건이며 수신기가 기대하지 못한다. 한편 TCP는 접속지향봉사로서 송신응용에서 발생된 초기의 통보에 포함된 전체 비트렬의 믿음성전송을 담당한다. 믿음성은 오유검출과 손상프레임의 재전송에 의하여 보장된다. 즉 모든 토막들은 수신되여 확인된 다음에야 전송이 완성된것으로 보고 가상회선이 차단되여야 한다.

전송을 보내는쪽에서 TCP는 긴 전송을 보다 작은 자료단위로 나누고 매개를 토막이라는 프레임에 포장한다. 매 토막은 수신후에 재정돈을 위한 순서번호와 확인 ID번호, 미끄럼창문 ARQ를 위한 창문크기마당을 포함한다. 토막들은 IP데타그람속에서 망련결고리를 따라 운반된다. 수신쪽에서 TCP는 매개 데타그람이 들어 오면 모아서 순서번호에 기초하여 재정돈한다.

TCP토막

TCP가 제공하면 넓은 봉사는 토막머리부가 확장된것을 요구한다(그림 24−16). TCP토막형식과 UDP사용자데타그람형식을 비교하여 두 규약의 차이를 보자. TCP는 종합적인 믿음성기능을 보장하며 그러나 속도에서 제한을 받는다(접속은 확립되고 확인을 기다려야 한다.). UDP는 보다 작은 크기의 프레임으로 하여 TCP보다 훨씬 빠르다. 그러나 믿음성의 견지에서는 못하다. 매개 마당에 대하여 간단히 서술한다.

- **원천포구주소** 원천포구주소는 원천콤퓨터에서의 응용프로그람을 정의한다.
- **목적포구주소** 목적포구주소는 목적콤퓨터에서의 응용프로그람을 정의한다.
- **순서번호** 응용프로그람으로부터의 자료렬은 둘 또는 그이상의 TCP토막으로 나누일수 있다. 순서번호마당은 본래 자료렬에서 자료의 위치를 보여 준다.
- **확인번호** 32bit확인번호는 다른 통신장치에서 자료수신을 확인하는데 리용된다. 이 번호는 조종마당의 ACK비트가 설정될 때에만 타당하다. 이 경우에 그것은 다음 기대되는 바이트순서번호를 정의한다.
- **머리부길이(HLEN)** 4bit머리부길이마당은 TCP머리부에서 32bit(4byte)단어의 개수를 나타낸다. 4bit는 15개까지 정의할수 있다. 여기에 4를 곱하면 머리부의 총 바이트수로 된다. 그러므로 머리부의 크기는 최대 60(4−15)byte이다. 머리부의 최소 크기가 20byte이므로 40개 바이트는 선택적인 구간이다.

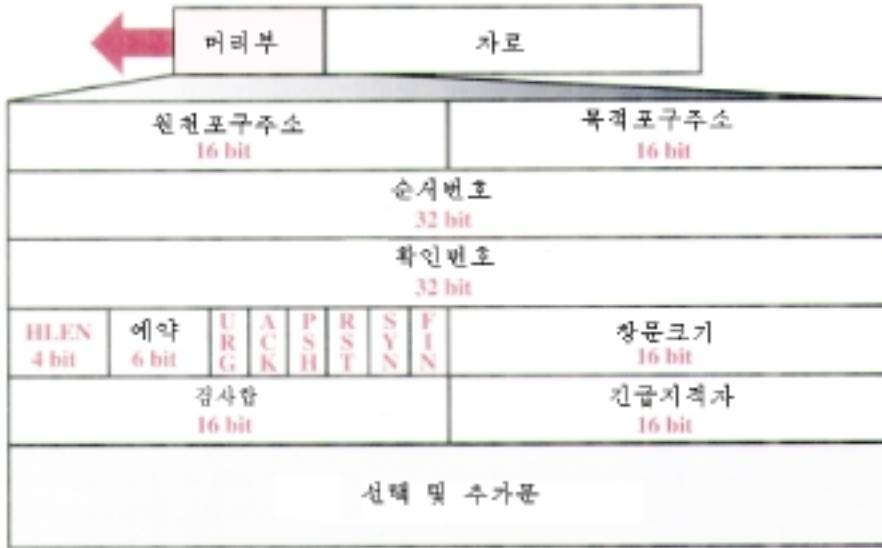



그림 24-16. TCP토막형식

- **예약** 6bit마당이 앞으로의 리용에 예약된다.
- **조종** 6bit조종마당의 매개 비트는 개별적으로, 독립적으로 작용한다.
  한개 비트는 토막의 리용을 정의하거나 다른 마당의 타당성검사로 작용할수 있다. 긴급비트는 설정될 때 긴급지적자마당을 유효로 한다. 이 비트와 지적자는 다 그 토막안의 자료가 긴급자료임을 나타낸다. ACK비트는 설정될 때 확인번호마당을 유효로 한다. 이것은 함께 리용되여 토막형식에 따라 각이한 기능을 가진다. PSH비트는 송신기에 보다 높은 처리능력이 요구된다는것을 알리는데 리용된다. 가능하다면 자료는 보다 높은 처리능력으로 행로에 밀어 넣어야 한다. 재설정비트는 순서번호에서 혼돈이 있을 때 접속을 재설정하는데 리용된다. SYN비트는 세가지 형식의 토막들에서 즉 접속요구, 접속확정(ACK비트설정), 확정확인(ACK비트설정)에서 순서번호동기화에 리용된다. FIN비트는 세가지형식의 토막에서 즉 종결요구, 종결확정(ACK비트설정), 종결확정의 확인(ACK비트설정)에서 접속종결에 리용된다.
- **창문크기** 창문은 16bit크기의 마당이며 미끄럼창문의 크기를 정의한다.
- **검사합** 이것은 오유검사에 리용된 16bit마당이다.
- **긴급지적자** 이것은 머리부에서 마지막필수마당이다. 그 값은 조종마당의 URG비트가 설정일 때만 타당하다. 이 경우에 송신기는 수신기에 토막의 자료부분에 긴급자료가 있음을 알린다. 이 지적자는 긴급자료의 끝과 보통자료의 시작을 정의한다.
- **선택과 추가분** TCP머리부의 나머지는 선택적마당이다. 그것들은 추가적인 정보를 수신기에 보내기 위하여 또는 정돈목적으로 리용된다.

24. 7. 실마리어

다중수신자송신
다중수신자송신주소
데타그람
마스크화
망식별자
방송
부분망
부분망분렬
부분망주소
사용자데타그람
사용자데타그람규약(UDP)
전송조종규약(TCP)
전송조종규약/호상망결합규약
점-10진표기
주소결정규약(ARP)
주소클라드
토막
포구주소
현대연구계획국(ARPA)
현대연구계획망(ARPANET)
호상망결합규약(IP)
호상망그룹통보규약(IGMP)
호상망조종통보규약(ICMP)
호스트
호스트식별자
쪼각분렬
역주소결정규약(RARP)
인터네트주소
(TCP/IP)긴급자료
IP주소
IPv4
IP데타그람
IP주소클라스

24. 8. 요약

- 전송조종규약/호상망결합규약(TCP/IP)은 호상망에서 통보의 교환을 관리하는 규칙과 절차들의 모임이다.
- TCP/IP는 초기에 ARPANET에 접속하려고 하는 망들의 규약으로 개발되였다. ARPANET는 지금 인터네트로 알려 져 있다.
- TCP/IP는 5개 층규약인데 이때 4개 층은 OSI모형과 상당히 일치된다. 제일 웃준위는 응용층으로서 OSI모형의 웃쪽 세개 층에 대응한다.
- 호상망규약(IP)은 망층에서 정의된다. IP는 필요성이 없고 무접속이다.
- IP파케트는 데타그람이라고 하는데 가변머리부와 가변마당으로 되여 있다.
- 호상망주소(IP주소)는 호스트와 망의 접속을 유일하게 정의한다.
- 4byte IP주소는 보통 $n1, n2, n3, n4$로 쓰는데 nx는 매개 바이트에 등가인 10진수이다. IP주소는 세개의 정보토막을 포함한다.
  ㄱ) 클라스형식-A, B, C, D, E
  ㄴ) 망식별자-망식별번호
  ㄷ) 호스트식별자-호스트주소
- 호스트식별자가 0이면 전체 물리적망을 의미한다.
- 부분망분할은 IP주소화에서 추가적인 계층준위를 허용한다.

- 주소결정규약(ARP)은 IP주소를 알 때 그 장치의 물리주소를 구한다.
- 역주소결정규약(RARP)은 물리주소로부터 호스트의 IP주소를 구한다.
- 호상망조종통보규약(ICMP)은 IP층에서 조종 및 오유통보를 취급한다.
- 전송준위에 두개의 규약이 있다.
  ㄱ) 사용자데타그람규약(UDP)
  ㄴ) 전송조종규약(TCP)
- 규약포구는 응용층에서 실행프로그람의 원천 또는 목적점이다.
- UDP는 믿음성이 없고 무접속이다. UDP통신은 포구대 포구이다. UDP파케트는 사용자데타그람이라고 한다.
- TCP는 믿음성 있고 접속지향이다. TCP통신은 역시 포구대 포구이며 그 파케트는 토막이라고 한다.

24. 9. 련습

복습문제

1. 물리주소와 론리주소의 차이는 무엇인가?
2. TCP에 비한 UDP의 우점은 무엇인가?
3. TCP/IP규약묶음과 ARPA사이의 관계는 무엇인가?
4. internet의 정의는 무엇인가?Internet의 정의는 무엇인가?
5. TCP/IP응용층을 OSI모형의 등가물과 관계시키시오.
6. TCP/IP규약묶음의 물리 및 자료련결층규약은 무엇인가?
7. TCP/IP규약묶음층에서 자료파케트들은 어떻게 불리우는가?
8. TCP/IP규약묶음의 망층규약을 말하시오.
9. 최선의 전달봉사란 무엇인가?
10. IP데타그람머리부에서 생존시간마당의 목적은 무엇인가?
11. 10진-점표기에서 IP주소가 주어 지면 클라스가 어떻게 결정되는가?
12. 장치가 어떻게 여러개의 IP주소를 가질수 있는가?
13. 망의 클라스와 허용된 호스트수사이의 관계를 고찰하시오.
14. 호스트식별자란 무엇이며 망식별자란 무엇인가?
15. 망식별자는 망주소와 어떻게 다른가?
16. 부분망분할의 목적은 무엇인가?
17. 마스크화와 부분망분할은 어떻게 관계되는가?
18. 경계준위마스크와 비경계준위마스크의 차이는 무엇인가?
19. ARP의 목적은 무엇인가?
20. RARP의 목적은 무엇인가?
21. ICMP의 목적은 무엇인가?
22. IGMP의 목적은 무엇인가?

23. IP와 같은 호스트-호스트규약과 TCP와 같은 포구대포구규약을 비교하시오.
24. 론리주소와 포구주소의 차이는 무엇인가?
25. 접속지향규약에 대한 자료통신에 요구되는 단계를 서술하시오.

선택문제

26. 어느 OSI층이 TCP-UDP층에 대응하는가?
    ㄱ) 물리
    ㄴ) 망
    ㄷ) 자료련결
    ㄹ) 전송

27. 어느 OSI층이 IP층에 대응하는가?
    ㄱ) 물리
    ㄴ) 망
    ㄷ) 자료련결
    ㄹ) 전송

28. 어느 OSI층이 TCP/IP의 응용층에 대응하는가?
    ㄱ) 응용
    ㄴ) 대화
    ㄷ) 표현
    ㄹ) 이 모든것

29. 다음의 어느것이 IP주소에 대하여 진실인가?
    ㄱ) 꼭 2개 클라스로 나누인다.
    ㄴ) 고정길이호스트식별자를 포함한다.
    ㄷ) 사용자에게 편리한 결합으로 확립된다.
    ㄹ) 32bit길이이다.

30. 어느 IP주소클라스가 한개 망에 불과 몇개의 호스트를 가지는가?
    ㄱ) A
    ㄴ) B
    ㄷ) C
    ㄹ) D

31. 자료련결층은 한 련결고리에서 다른 고리로 프레임을 보낼 때 무엇을 찾는가?
    ㄱ) 호스트식별자
    ㄴ) 령역이름
    ㄷ) IP주소
    ㄹ) 국주소

32. 망에서 ARP의 목적은 ____이 주어 질 때 ____을 찾는것이다.
    ㄱ) 령역이름 : 인터네트주소

ㄴ) 망식별자 : 인터네트주소
ㄷ) 국주소 : 인터네트주소
ㄹ) 인터네트주소 : 국주소

33. 다음의 어느것이 UDP에 적용되는가?
ㄱ) 믿음성이 없고 무접속이다.
ㄴ) 목적과 원천포구주소를 포함한다.
ㄷ) 어떤 오유를 보고한다.
ㄹ) 이 모든것.

34. 다음의 어느것이 UDP와 TCP에 다 적용되는가?
ㄱ) 전송층규약
ㄴ) 포구대포구통신
ㄷ) 사용자나 IP층의 봉사
ㄹ) 이 모든것

35. 다음의 어느것이 클라스 A호스트주소인가?
ㄱ) 128.4.5.6
ㄴ) 117.4.5.1
ㄷ) 117.0.0.0
ㄹ) 117.8.0.0

36. 다음의 어느것이 클라스 B호스트주소인가?
ㄱ) 230.0.0.0
ㄴ) 130.4.5.6
ㄷ) 230.0.0.0
ㄹ) 30.4.5.6

37. 다음의 어느것이 클라스 C호스트주소인가?
ㄱ) 230.0.0.0
ㄴ) 130.4.5.6
ㄷ) 30.4.5.6
ㄹ) 200.1.2.3

38. TCP/IP응용층에서 자료단위는 ____ 이라고 한다.
ㄱ) 통보
ㄴ) 토막
ㄷ) 데타그람
ㄹ) 프레임

39. TCP/IP자료련결층에서 자료단위는 ____이라고 한다.
ㄱ) 통보
ㄴ) 토막
ㄷ) 데타그람
ㄹ) 프레임

40. TCP/IP IP층에서 자료단위는 ____이라고 한다.

ㄱ) 통보

ㄴ) 토막

ㄷ) 데타그람

ㄹ) 프레임

41. UDP를 리용라는 전송층으로부터의 자료단위를 ____ 이라고 한다.

ㄱ) 사용자데타그람

ㄴ) 통보

ㄷ) 토막

ㄹ) 프레임

42. TCP/IP의 ____층은 OSI모형의 웃 세개 층과 대응한다.

ㄱ) 응용

ㄴ) 표현

ㄷ) 대화

ㄹ) 전송

43. 호스트가 물리주소는 알고 IP주소를 모를 때 그것은 ____을 리용할수 있다.

ㄱ) ICMP

ㄴ) IGMP

ㄷ) ARP

ㄹ) RARP

44. 이 전송층규약은 무접속이다.

ㄱ) UDP

ㄴ) TCP

ㄷ) FTP

ㄹ) NUT

45. 이 전송층규약은 확인을 요구한다.

ㄱ) UDP

ㄴ) TCP

ㄷ) FTP

ㄹ) NUT

46. 다음의 어느것이 주소 198.0.46.201에 대한 기정마스크인가?

ㄱ) 255.0.0.0

ㄴ) 255.255.0.0

ㄷ) 255.255.255.0

ㄹ) 255.255.255.255

47. 다음의 어느것이 주소 98.0.46.201에 대한 기정마스크인가?

ㄱ) 255.0.0.0

ㄴ) 255.255.0.0

ㄷ) 255.255.255.0
ㄹ) 255.255.255.255

48. 다음의 어느것이 주소 190.0.46.201에 대한 기정마스크인가?
ㄱ) 255.0.0.0
ㄴ) 255.255.0.0
ㄷ) 255.255.255.0
ㄹ) 255.255.255.255

련습문제

49. IP주소클라스(A. B. C)가 몇개의 망을 가질수 있는가를 계산해 보시오.
50. IP주소클라스(A. B. C)가 망마다 몇개의 호스트를 가질수 있는가를 계산해 보시오.
51. 다음의 IP주소를 점-10진 표시로부터 2진표시로 변화시키시오.
ㄱ) 114.34.2.8
ㄴ) 129.14.6.8
ㄷ) 208.34.54.12
ㄹ) 238.34.2.1
ㅁ) 241.34.2.8

52. 다음의 IP주소를 2진수표시로부터 점-10진수표시로 변환시키시오.
ㄱ) 01111111 11110000 01100111 01111101
ㄴ) 10101111 11000000 11110000 00011101
ㄷ) 11011111 10110000 00011111 01011101
ㄹ) 11101111 11110111 11000111 00011101

53. 다음 IP주소의 클라스를 찾으시오.
ㄱ) 208.34.54.12
ㄴ) 23.34.2.1
ㄷ) 114.34.2.8
ㄹ) 120.14.6.8
ㅁ) 241.34.2.8

54. 다음 IP주소의 클라스를 찾으시오.
ㄱ) 11110111 11110011 10000111 11011101
ㄴ) 10101111 11000000 11110000 00011101
ㄷ) 11011111 10110000 00011111 01011101
ㄹ) 11101111 11110111 11000111 00011101
ㅁ) 01111111 11110000 01100111 01111101

55. 다음 IP주소의 호스트식별자와 망식별자를 구별하시오.
ㄱ) 114.34.2.8
ㄴ) 19.34.21.5
ㄷ) 23.67.12.1

ㄹ) 126.23.4.0

56. 다음 IP주소의 호스트식별자와 망식별자를 구별하시오.

ㄱ) 129.14.6.8
ㄴ) 132.56.8.6
ㄷ) 171.34.14.8
ㄹ) 190.12.67.9

57. 다음 IP주소의 호스트식별자와 망식별자를 구별하시오.

ㄱ) 192.8.56.2
ㄴ) 220.34.8.9
ㄷ) 208.34.54.12
ㄹ) 205.23.67.8

58. 다음 IP주소의 망주소를 찾으시오.

ㄱ) 114.34.2.8
ㄴ) 171.34.14.8
ㄷ) 192.8.56.2
ㄹ) 205.23.67.8
ㅁ) 226.7.34.5
ㅂ) 225.23.6.7
ㅅ) 245.34.21.5

59. 다음 IP주소의 망주소를 찾으시오.

ㄱ) 23.67.12.1
ㄴ) 126.23.4.0
ㄷ) 190.12.67.9
ㄹ) 220.34.8.9
ㅁ) 237.34.8.2
ㅂ) 240.34.2.8
ㅅ) 247.23.4.78

60. 다음의 마스크를 2진수로 쓰시오.

ㄱ) 255.255.255.0
ㄴ) 255.255.0.0
ㄷ) 255.0.0.0

61. 다음의 마스크를 2진수로 쓰시오.

ㄱ) 255.255.192.0
ㄴ) 255.255.224.0
ㄷ) 255.255.255.240

62. 다음의 마스크를 점-10진수표시로 쓰시오.

ㄱ) 11111111111111111111111111111000
ㄴ) 11111111111111111111111111100000

ㄷ) 11111111111111111111100000000000

63. 클라스 B망에서 리용되는 다음의 마스크들의 비트패턴을 제시하시오.
ㄱ) 255.255.192.0
ㄴ) 255.255.0.0
ㄷ) 255.255.224.0
ㄹ) 255.255.255.0

64. 클라스 C망에서 리용되는 다음의 마스크들의 비트패턴을 제시하시오.
ㄱ) 255. 255.255.192
ㄴ) 255.255.255.224
ㄷ) 255. 255.255.240
ㄹ) 255.255.255.0

65. 다음의 마스크를 리용하는 클라스 A망에서 최대 부분망개수는 얼마인가?
ㄱ) 255.255.255.192
ㄴ) 255.255.255.224
ㄷ) 255.255.255.240
ㄹ) 255.255.255.0

66. 다음의 마스크를 리용하는 클라스 B망에서 최대 부분망개수는 얼마인가?
ㄱ) 255.255.255.192
ㄴ) 255.255.255.224
ㄷ) 255. 255.255.240
ㄹ) 255.255.255.0

67. 다음의 마스크를 리용하는 클라스 C망에서 최대 부분망개수는 얼마인가?
ㄱ) 255.255.255.192
ㄴ) 255.255.255.224
ㄷ) 255.255.255.240
ㄹ) 255.255.255.0

68. 다음의것에 대한 부분망주소를 구하시오.
IP주소 : 125.34.12.56 마스크 : 255.255.0.0
69. 다음의것에 대한 부분망주소를 구하시오.
IP주소 : 12.14.22.16 마스크 : 255.255.128.0
70. 다음의것에 대한 부분망주소를 구하시오.
IP주소 : 140.11.36.22 마스크:255.255.255.0
71. 다음의것에 대한 부분망주소를 구하시오.
IP주소 : 141.181.14.16 마스크 : 255.255.224.0
72. 다음의것에 대하여 부분망주소와 호스트주소를 구하시오.
IP주소 : 200.34.22.156 마스크:255.255.255.240
73. 그림 24-17은 주어 진 망주소와 마스크를 가진 싸이트를 보여 준다. 관리자는 이 싸이트를 몇개의 부분망으로 나누었다. 적당한 부분망주소와 호스트주소, 경로조종

기주소를 선택하시오.

74. 그림 24-18은 주어 진 망주소와 마스크를 가진 싸이트를 보여 준다. 관리자는 이 싸이트를 몇개의 부분망으로 나누었다. 적당한 부분망주소와 호스트주소, 경로조종기주소를 선택하시오.

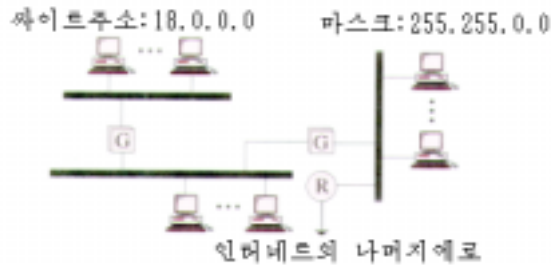



그림 24-17. 문제 73에 대한 싸이트

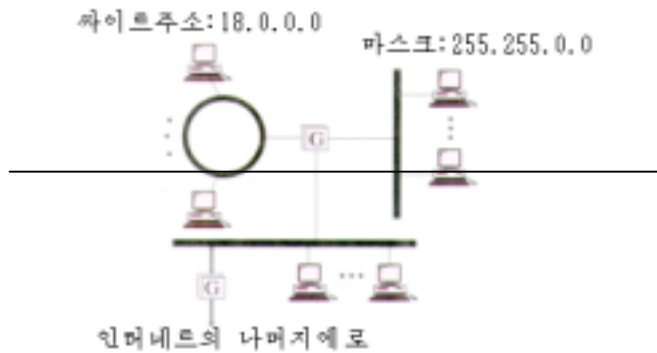



그림 24-18. 문제 74에 대한 싸이트

75. 그림 24-19는 주어 진 망주소와 마스크를 가진 싸이트를 보여 준다. 관리자는 이 싸이트를 몇개의 부분망으로 나누었다. 적당한 부분망주소와 호스트주소, 경로조종기주소를 선택하시오.

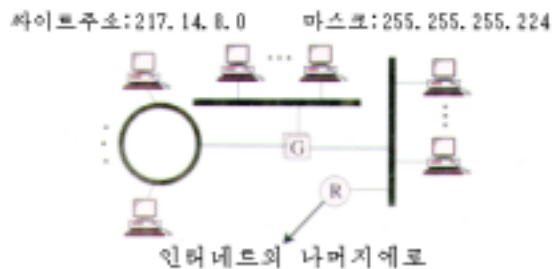



그림 24-19. 문제 75에 대한 싸이트

제２５장. TCP/IP규약묶음２，응용층

TCP/IP규약묶음은 OSI모형전에 설계되였기때문에 TCP/IP의 층들은 OSI층들과 정확히 대응되지 않는다. TCP/IP는 다섯개 층을 가지는데 이때 4개는 OSI층의 아래 4개에 대응한다. 그러나 TCP/IP응용층은 OSI모형의 대화층, 표현층, 응용층의 조합과 등가이다. 이것은 이 세개 층에 관계되는 모든 기능들이 한개 층에서 취급된다는것을 의미한다(그림 25−1).

그림 25−1. SI와 TCP/IP사이의 비교

２５．１．의뢰기−봉사기모형

호상망에서 가능한 봉사들을 리용하기 위하여 량쪽에서 실행되며 서로 통신하는 응용프로그람이 필요하다. 다른 말로 호상망에서 응용프로그람들은 콤퓨터나 사용자가 아니라 자기들끼리 통신하는 실체이다.

인터네트를 리용하는 응용프로그람들은 다음의 의뢰기−봉사기모형을 따른다.

- 의뢰기라고 하는 국부장치에서 달리는 응용프로그람은 원격장치에서 달리는 봉사기라는 응용프로그람으로부터의 봉사를 요구한다. 그림 25−2는 이것을 보여 준다.

그림 25−2. 의뢰기−봉사기모형

- 봉사기는 특정의 의뢰기가 아니라 임의의 의뢰기에 대한 봉사를 제공할수 있다. 많은 의뢰기들은 한 봉사기의 봉사를 리용할수 있다.
- 일반적으로 의뢰기프로그람은 그것이 필요할 때만 실행되여야 한다.

- 봉사기프로그람은 봉사를 제공하기 위하여 항상 실행상태에 있어야 한다. 왜냐하면 언제 봉사가 요구되는지 모르기때문이다.
- 자주 그리고 많은 사용자가 요구하는 봉사들은 특정의 의뢰기-봉사기응용프로그람들을 가진다. 실례로 사용자가 파일에 접근하고 전자우편을 보내는 등을 허용하는 의뢰기-봉사기응용프로그람이다.
- 보다 더 개인적요구에 맞는 봉사들에 대해서는 사용자가 원격콤퓨터에서의 가능한 봉사에 접근하도록 하는 하나의 일반응용프로그람이 있다.

의뢰기

의뢰기는 봉사기로부터의 봉사를 요구하는 국부장치에서 달리는 프로그람이다. 의뢰기프로그람은 유한하며 이것은 그것이 사용자(또는 다른 응용프로그람)에 의하여 시작되고 봉사가 완료되면 끝난다는것을 의미한다.

봉사기

봉사기는 의뢰기에 봉사를 제공하는 원격장치에서 달리는 프로그람이다. 그것은 시작될 때 의뢰기로부터의 요구를 위하여 문을 열어 놓으며 요구가 들어 올 때 봉사를 시작한다.

봉사기프로그람은 무한프로그람이다. 시동되면 그것은 문제가 발생하지 않는 한 무한히 실행된다. 그것은 의뢰기로부터의 입구요구를 기다린다. 요구가 들어 오면 거기에 응답한다.

25.2. 초기적재규약(BOOTP)과 동적호스트구성규약(DHCP)

TCP/IP호상망에 련결된 모든 콤퓨터는 다음과 같은 정보를 알아야 한다.

- 그의 IP주소
- 그의 부분망마스크
- 경로조종기의 IP주소
- 이름봉사기의 IP주소

이 정보는 보통 구성파일에 기억되며 콤퓨터가 초기적재과정에 접근한다. 그러나 디스크가 없는 워크스테이션이나 디스크가 있다고 하여도 처음으로 적재하는 콤퓨터는 어떻게 하겠는가?

디스크가 없는 콤퓨터의 경우에 조작체계와 망결합쏘프트웨어는 ROM에 기억될수 있다. 그러나 우와 같은 정보는 제작자들에게 알려 지지 않으며 따라서 ROM에 기억할수 없다. 정보는 개별적인 장치의 형식구성에 의존하며 그것이 접속된 망에 관계된다.

BOOTP

초기적재규약(BOOTP)은 디스크가 없는 콤퓨터나 처음 부트되는 콤퓨터를 위하여 앞에서 본 4개의 정보를 보장하도록 설계된 의뢰기－봉사기규약이다. 이미 디스크가 없는 콤퓨터에 대한 IP주소를 제공하는 RARP규약을 보았다. 그러면 왜 또 다른 규약을 요구하는가？ 그것은 RARP가 IP주소만을 제공하고 나머지 정보는 제공하지 않기때문이다. BOOTP를 리용하면 RARP가 필요 없다.

DHCP

BOOTP는 동적형식구성규약이 아니다. 의뢰기가 IP주소를 요구할 때 BOOTP봉사기는 의뢰기의 물리주소와 IP주소를 정합시킨 표를 탐색한다. 이것은 의뢰기의 물리주소와 IP주소사이의 결합이 이미 있어야 한다는것을 암시한다. 결합은 이미 결정된다.

그러나 어떤 호스트가 한 물리망에서 다른 망으로 이동하면 어떻게 되는가？ 호스트가 일시적인 IP주소를 원한다면 어떻게 하는가？ BOOTP는 이런 문제를 취급할수 없다. 왜냐하면 물리주소와 IP주소의 결합은 정적이며 관리자가 변화시킬 때까지는 고정된다. BOOTP는 정적구성규약이다.

동적호스트구성규약(DHCP)은 동적구성을 보장하도록 설계되였다. DHCP는 BOOTP의 확장이다. 그것은 BOOTP를 보강하고 BOOTP와 역방향호환성이 있다. 이것은 BOOTP의뢰기를 실행하던 호스트가 DHCP봉사기로부터의 정적구성을 요구할수 있다는것을 의미한다.

DHCP는 또한 호스트가 망에서 망으로 이동할 때 또는 망에 접속하고 망에서 리탈될 때에도 필요하다(가입자와 봉사자처럼).

DHCP는 제한된 시간내에 림시적인 IP주소를 보장한다.

25．3．령역이름체계(DNS)

어떤 실체를 식별하기 위하여 TCP/IP는 IP주소를 리용하여 호스트와 인터네트의 접속을 유일하게 정의한다. 그러나 일부 사용자들은 주소대신 이름을 리용하기를 더 좋아 한다. 그러므로 이름을 주소로 또 거꾸로 주소를 이름으로 넘길수 있는 체계가 필요하다. TCP/IP에서 령역이름체계(DNS)가 이러한 기능을 수행한다.

인터네트에서 DNS

DNS는 여러 플래트홈에서 리용될수 있는 규약이다. 인터네트에서 령역이름공간(나무)은 세개의 구간 즉 일반령역，나라령역，반대령역으로 나누어 진다(그림 25−3).

일반령역

일반령역은 등록된 호스트들을 그의 일반특성에 따라 정의한다. 나무에서 매개 마

디는 령역을 정의하는데 이것은 령역이름공간자료기지에 대한 색인이다(그림 25−4).

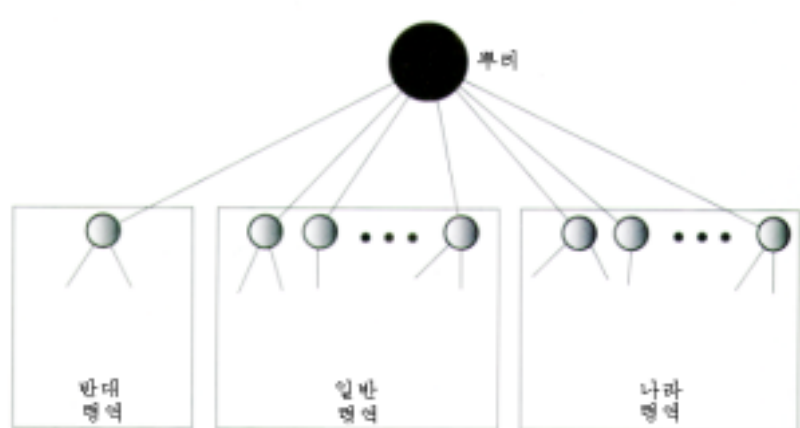



그림 25−3. 인터네트에서 DNS

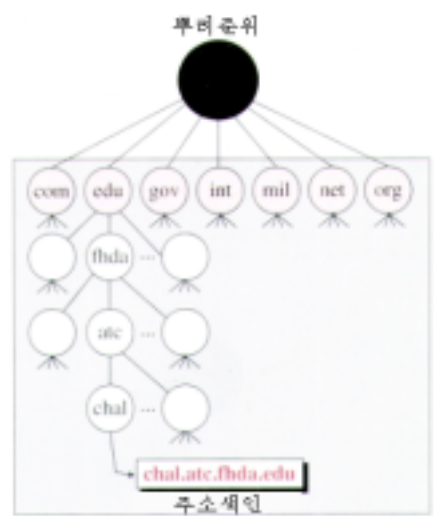



그림 25−4. 일반령역

나무를 보면 일반령역공간에서 첫 준위는 7개의 가능한 세 문자표식을 허용하는것을 알 수 있다. 이 표식들은 표 25−1에 기입된것과 같은 조직형태들을 나타낸다.

최근에 첫 준위표식이 몇개 더 제안되였다. 이것을 표 25−2에서 보여 주었다.

나라령역

나라령역구간은 일반령역과 같은 형식을 따르지만 첫 준위에서 세개 문자의 조직략자자리에 두개 문자의 나라략자를 리용한다(실례로 《CA》는 카나다). 두번째 준위의 략자는 조직일수 있으며 또 보다 특정의 민족표식일수 있다. 실례로 카나다는《CA》의 보

조분할로서 주략자를 리용한다 (tr.ca).

표 25-1 일반령역표식들

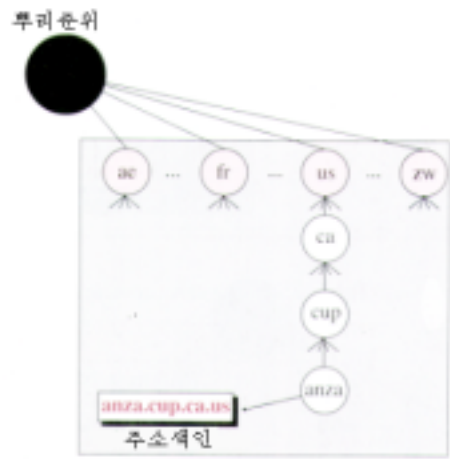
표시	설 명
com	상업조직
edu	교육기관
gov	정부기관
int	국제기구
mil	군사그룹
net	망지원쎈터
org	일반조직

표 25-2 제안된 일반령역표식들

표시	설 명
arts	문화기구
firm	업무단체
info	정보봉사제공자
nom	개인
rec	편의기구
store	상품구입봉사기구
web	웨브관련조직

그림 25-5는 나라령역구간을 보여 준다.

그림 25-5. 나라령역

반대령역

반대령역은 주소를 이름으로 넘기는데 리용된다. 실례로 봉사기가 의뢰기로부터 어떤 과제를 수행할것을 요구 받을 때 이렇게 될수 있다. 봉사기는 합법적인 의뢰기들의 목록을 포함한 파일을 가지고 있으므로 의뢰기의 IP주소만을 기입한다(수신된 파케트로부터 추출됨). 의뢰기가 합법적인 목록에 있는가를 결정하기 위하여 그것은 DNS봉사기에 조사를 보낼수 있으며 주소를 이름으로 넘길것을 부탁할수 있다(그림 25−6).

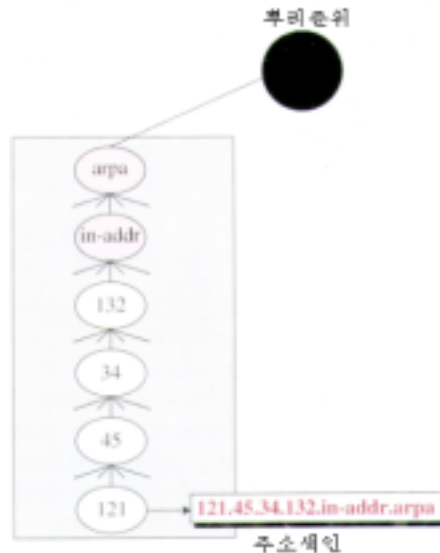



그림 25−6. 반대령역

25. 4. TELNET

인터네트와 TCP/IP규약묶음의 기본과제는 사용자들에게 봉사를 제공하는것이다. 실례로 사용자는 원격싸이트에서 각이한 응용프로그람을 실행시킬수 있을것을 원하며 그 결과가 자기의 국부싸이트에 올것을 바란다. 이런 요구를 만족시키는 한가지 방법은 매개 요구되는 봉사에 대하여 각이한 의뢰기−봉사기응용프로그람을 창조하는것이다. 파일전송프로그람(FTP, TFTP), 전자우편(SMTP) 등의 프로그람들은 이미 리용되고 있다. 그러나 매개 요구에 대하여 특정의 의뢰기−봉사기프로그람을 작성하는것은 불가능하다.

보다 좋은 방법은 사용자가 원격콤퓨터의 임의의 응용프로그람에 접근하게 하는 일반목적의뢰기−봉사기프로그람이다. 다른 말로 사용자는 원격콤퓨터에 등록할수 있게 된다. 등록후 사용자는 원격콤퓨터의 가능한 봉사를 리용하며 그 결과를 다시 국부콤퓨터에 전송할수 있다.

이 절에서는 TELNET라고 하는 일반의뢰기−봉사기응용프로그람을 고찰한다. TELNET는 TErminaL NETwork의 략자이다. TELNET는 국부말단이 원격체계의 말단인것처럼 원격체계에로의 접속확립을 보장한다.

TELNET는 일반목적의뢰기-봉사기응용프로그람이다.

국부등록 사용자가 국부시간공유체계에 등록할 때 그것을 국부등록이라고 한다. 말단 또는 말단모방기를 실행하는 워크스테이션에서 사용자가 타자하는데 따라 건누름은 말단 구동프로그람에서 접수된다. 말단 구동프로그람은 문자들을 조작체계에 넘긴다. 그러면 조작체계는 그 문자조합을 해석하고 요구하는 응용프로그람 또는 편의프로그람을 불러 낸다(그림 25-7).

그림 25-7. 국부등록

그러나 그 구조는 겉보기처럼 단순하지 않다. 왜냐하면 조작체계는 특정의 문자에 특정의 의미를 부여할수 있기때문이다. 실례로 UNIX에서 어떤 문자조합은 특별한 의미를 가진다. 즉 조종건과《Z》조합은 일시 중단을 의미하며 조종건과《C》의 조합은 중지를 의미한다. 이 문자들의 특별한 상태는 말단기나 말단구동프로그람이 매개 문자 또는 문자조합의 정확한 의미를 알고 있기때문에 국부등록에서는 문자가 없다. 그러나 그것은 원격등록가입에서 문제를 일으킬수 있다. 어느 과정이 특정의 문자들을 해석할것인가? 의뢰기인가 봉사기인가? 이 문제를 좀더 후에 명백히 한다.

원격등록가입 사용자가 원격장치에서 응용프로그람이나 편의프로그람에 접근하려고 할 때 원격등록가입을 실행한다. 여기서 TELNET의뢰기와 봉사기프로그람은 리용상태로 된다. 사용자는 건누름을 말단 구동프로그람에 보내는데 조작체계는 그 문자를 받아서 해석하지는 않는다. 문자들은 TELNET의뢰기에 보내며 그것은 문자들을 망가상말단문자라는 만능문자로 반환하여 국부 TCP/IP탄창에 전달한다(그림 25-8).

지령 또는 본문은 NVT형태로 인터네트를 통하여 원격장치의 TCP/IP탄창에 도착한다. 여기서 문자들은 조작체계에 전달되고 TELNET봉사기에 넘어 간다. 그것은 문자들을 원격콤퓨터가 리해할수 있는 대응하는 문자로 변화시킨다. 그러나 문자들은 조작체계에 직접 넘어 갈수 있다. 왜냐하면 원격조작체계는 TELNET봉사기로부터 문자를 받도록 설계되지 않기때문이다. 그것은 말단구동프로그람으로부터 문자를 받도록 설계된다. 해결방법은 가상말단구동프로그람이라는 쏘프트웨어토막을 첨가하는것이다. 이것은

문자들이 말단으로부터 오는것처럼 해준다. 그러면 조작체계는 문자들을 적당한 응용프로그람으로 보낸다.

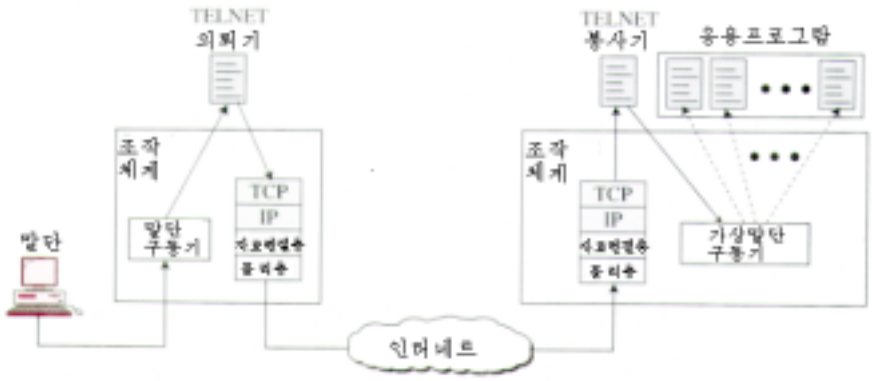



그림 25-8. 원격등록가입

망가상말단(NVT)

원격콤퓨터에 접근하는 구조는 복잡하다. 그것은 매개 콤퓨터와 조작체계가 식별기호로서 특정의 문자조합을 받아 들이기때문이다. 실례로 DOS조작체계를 실행하는 콤퓨터에서 파일끝기호는 ctrl+Z이며 UNIX조작체계는 ctrl+d이다.

여기서는 종류가 다른 체계들을 취급하고 있다. 만일 세계 임의의 원격콤퓨터에 접근하려면 접속될 콤퓨터의 형태를 알아야 한다. 그리고 그 콤퓨터를 리용하여 특정의 말단모방기를 설치해야 한다. TELNET는 망가상말단(NVT)문자모임이라는 만능대면부를 정의함으로써 이 문제를 해결한다. 이 대면부를 통하여 의뢰기 TELNET는 국부말단에서 오는 문자들(자료 또는 지령)을 NVT형식으로 변환하고 그것을 망에 전달한다. 한편 봉사기 TELNET는 NVT형태로부터의 자료와 지령을 원격콤퓨터가 받을수 있는 형태로 변환한다. 이 개념의 실례로서 그림 25-9를 볼수 있다.

그림 25-9. NVT의 개념

25. 5. 파일전송규약(FTP)

파일전송규약(FTP)은 TCP/IP가 한 호스트에서 다른 호스트에로의 파일복사를 위하여 제공한 규격구조이다. 콤퓨터에서 콤퓨터로 파일전송은 망결합 또는 호상망결합환경에서 기대되는 가장 일반적인 과제중의 하나이다.

비록 체계에서 체계에로 파일전송이 단순하고 간단한것 같지만 몇가지 문제가 처리되여야 한다. 실례로 두 체계는 서로 다른 파일이름협정을 리용할수 있다. 두 체계는 본문과 자료를 표시하는 서로 다른 방법을 리용할수 있다. 두 체계는 서로 다른 등록부체계를 가질수 있다. 이 모든 문제는 FTP에 의하여 아주 단순하고 정연한 방법으로 해결되였다.

FTP는 두 호스트사이의 두 접속을 확립하는데 이것은 다른 의뢰기-봉사기응용프로그람들과 다르다. 하나의 접속은 자료전송에 리용되며 또 하나는 조종정보(지령과 응답)에 리용한다. 지령과 자료전송의 분리로서 FTP는 보다 효과적으로 되였다. 조종접속은 매우 단순한 통신규칙을 리용한다. 여기서 한순간에 한개의 지령행 또는 한개의 응답행만을 전송할 필요가 있다. 한편 자료접속은 다양한 전송자료형식으로 하여 보다 복잡한 규칙을 필요로 한다.

그림 25-10은 FTP의 기본모형을 보여 준다. 의뢰기는 세개의 요소 즉 사용자대면부, 의뢰기조종과정, 의뢰기자료전송과정을 가진다. 봉사기는 두개의 요소 즉 봉사기조종과정, 봉사기자료전송과정을 가진다. 조종접속은 조종과정들사이에 이루어 진다. 자료접속은 자료전송과정들사이에 이루어 진다.

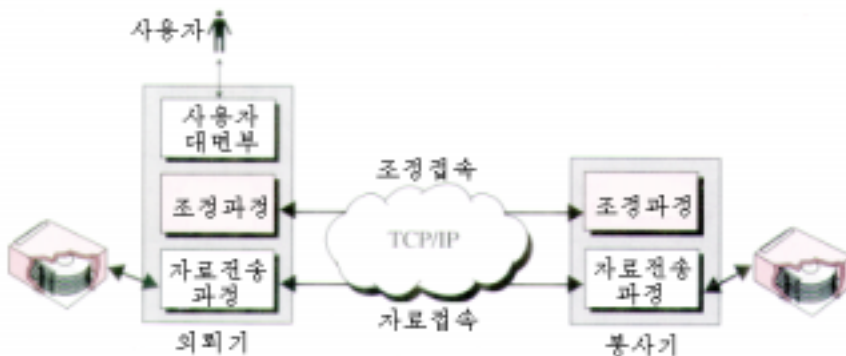



그림 25-10. FTP

조종접속은 전체 호상작용 FTP기간동안 접속되여 있다. 자료접속은 매개 파일이 전송될 때마다 열리고 닫기고 한다. 그것은 파일전송을 동반하는 지령이 리용될 때마다 열리며 파일이 전송되면 닫긴다. 두개의 FTP접속 즉 조종접속과 자료접속은 서로 다른 방법과 다른 포구번호를 리용한다.

２５．６．평범한 파일전송규약(TFTP)

우리가 FTP규약의 모든 기능을 필요로 하지 않고 간단히 파일을 복사하려고 하는 경우가 있다. 실례로 디스크 없는 워크스테이션나 경로조종기가 부트될 때 초기적재 및 구성파일을 내리적재할 필요가 있다. 여기서는 FTP에서 보장되는 모든 방법이 필요하지 않는다. 단지 파일을 빨리 복사하는 규약이 필요하다.

평범한 파일전송규약(TFTP)은 세가지 파일전송형식에 대하여 설계된다. 그것은 쏘프트웨어가 디스크 없는 워크스테이션에서 ROM에 다 들어 갈수 있을만큼 아주 단순하다. 그것은 초기적재시간에 리용될수 있다. TFTP는 의뢰기를 위하여 파일을 읽고쓰고 할수 있다. 읽기는 봉사기싸이트에서 의뢰기싸이트로의 파일복사를 의미하며 쓰기는 의뢰기싸이트에서 봉사기싸이트로의 파일복사를 의미한다.

２５．７．단순우편전송규약(SMTP)

가장 일반적인 망봉사중의 하나는 전자우편이다(e−mail). 인터네트상에서 전자우편을 지원하는 TCP/IP규약을 단순우편전송규약(SMTP)이라고 한다. 그것은 통보를 전자우편주소에 기초하여 다른 콤퓨터사용자에게 보내는 체계이다. SMTP는 같은 또는 다른 콤퓨터상의 사용자들사이의 우편교환에 대비한것이며 다음과 같은것을 지원한다.

- 한개 통보를 여러 수신자들에게 보낸다.
- 본문, 음성, 화상 또는 그라픽스를 포함한 통보를 보낸다.
- 인터네트밖의 다른 망들의 사용자들에게 통보를 보낸다.

그림 25−11은 이 내용들을 보여 준다.

그림 25−11. SMTP개념

이 간단한 그림으로 시작하여 점차 복잡성을 부여하면서 SMTP체계의 요소들을 검사하자. SMTP의뢰기와 봉사기를 두 요소로 분리하자. 즉 사용자대리(UA)와 우편전송대리(MTA).

UA는 통보를 준비하고 봉투를 만들며 통보를 봉투에 넣는다. MTA는 우편을 인터네트를 통하여 보낸다. 그림 25−12는 이 두 요소가 더 첨가된것을 보여 준다.

SMTP규약은 이보다 더 복잡한 체계를 허용한다. 중계가 포함될수 있다. 송신기싸이트에서 한개 MTA, 수신기싸이트에서 한개 MTA대신에 의뢰기 또는 봉사기로 작용하는 다

른 여러개의 MTA가 우편을 중계할수 있다(그림 25-13).

그림 25-12. UA와 MTA

그림 25-13. 중계 MTA

중계체계는 TCP/IP규약묶음을 리용하지 않는 싸이트들이 그것을 리용할수도 있고 안할수도 있는 다른 싸이트의 사용자들에게 전자우편을 보낼수 있게 한다. 이것은 우편관문을 리용하여 달성되는데 SMTP가 아닌 다른 규약에서 준비된 우편을 받을수 있고 SMTP형식으로 변형해서 송신할수 있는 중계 MTA이다. 그것은 또한 SMTP형식으로 우표을 받아서 다른 형식으로 변환하여 송신할수 있다(그림 25-14).

그림 25-14. 우편관문

사용자대리(UA)

사용자대리는 SMTP에서 정의되지만 그 실현세부는 없다. UA는 보통 우편을 보내고 받는데 리용된 프로그람이다. 일반적인 사용자대리프로그람들은 MH, Berkely Mail, Elm, Zmail, Mush이다.

어떤 사용자대리들은 체계와 창문식호상작용을 허용하는 추가적인 사용자대면부를 가지고 있다.

주소

우편을 전달하기 위하여 우편취급체계는 유일주소화체계를 리용해야 한다. SMTP가 리용하는 주소화체계는 국부부분과 령역이름부분으로 구성된다. 이것은 기호 @로 분리한다(그림 25-15).

그림 25-15. 전자우편주소

국부부분

국부부분은 사용자우편통이라고 하는 특정파일의 이름을 규정한다. 여기서 사용자에게 수신된 모든 우편이 사용자대리가 회수할수 있도록 기억된다.

령역이름

주소의 두번째 부분은 령역이름이다. 조직은 보통 여러개의 호스트를 선택하여 전자우편을 받거나 보낸다. 이것을 때때로 우편교환기라고 한다. 매개 우편교환기에 배당된 령역이름은 DNS자료기지에서 오거나 국부이름이다(실례로 조직의 이름).

우편전송대리(MTA)

실지 우편전송은 우편전송대리(MTA)를 통하여 진행된다. 우편을 보내기 위하여 체계는 의뢰기 MTA를 가져야 하며 받기 위해서는 봉사기 MTA를 가져야 한다. SMTP는 MTA를 특별히 정의하지 않았지만 Sendmail은 일반적으로 리용된 UNIXd이며 MTA이다.

SMTP는 단지 지령과 응답이 어떻게 오가야 하는가를 정의한다. 매개 망은 실현을 위하여 쏘프트웨어를 자유로이 선택할수 있다. 그림 25-16은 우에서 서술한 전자우편 송신 및

수신과정을 보여 준다. 콤퓨터가 SMTP를 리용하여 우편을 보내고 받자면 이 그림에서 정의된 거의 모든 실체들을 가지고 있어야 한다(사용자대면부는 필수적이 아니다.). 사용자대면부는 사용자편의환경을 창조한 요소이다.

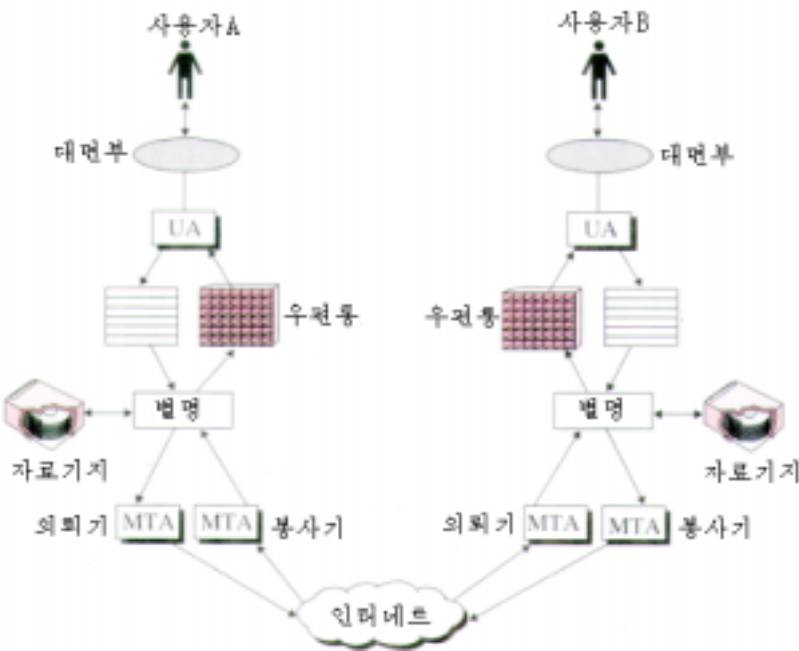



그림 25-16. 전체 전자우편체계

다목적인터네트우편확장(MIME)

SMTP는 간단한 우편전송규약이다. 그러나 그것의 단순성은 가치와 관계되는것이다. SMTP는 오직 NVT 7bit ASCII형식으로만 통보를 보낼수 있다. 다른 말로 제한성을 가지고 있다. 실례로 그것은 7bit ASCII문자로 되여 있지 않는 언어들에 대해서는 리용될수 없다(프랑스어, 도이췰란드어, 로어, 중어 등). 또한 그것은 2진파일을 보내거나 음성자료를 보내는데 리용될수 없다.

다목적인터네트우편확장(MIME)은 비ASCII자료도 SMTP를 통하여 전송할수 있게 하는 보충적인 규약이다. MIME는 우편규약이 아니며 SMTP를 대신할수 없다. 단지 SMTP의 확장이다.

MIME로 송신싸이트에서 비ASCII자료를 NVT ASCII자료로 변환하며 그것을 의뢰기 SMTP에 전달하여 인터네트를 통하여 송신되게 한다. 봉사기 SMTP는 수신싸이트에서 NVT ASCII를 받아서 MIME에 전달하며 다시 본래자료로 변환한다.

MIME는 비ASCII자료를 ASCII자료로 또 그 반대로 변환하는 쏘프트웨어기능모임으로 생각할수 있다(그림 25-17).

우편국규약(POP)

SMTP는 목적호스트(우편을 받는 우편봉사기)가 항상 직결상태에 있을것을 기대한다. 그렇지 않으면 TCP접속이 확립될수 없다. 이런 리유로 탁상용콤퓨터로 SMTP대화를 확립하는것은 실천적이 못된다. 왜냐하면 탁상용콤퓨터들은 보통 하루작업이 끝나면 전원을 끄기때문이다.

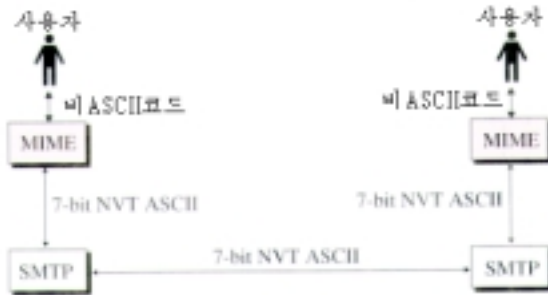



그림 25-17. MIME

많은 조직들에서 우편은 항상 직결상태에 있는 SMTP봉사기에 의하여 수신된다. 이 SMTP봉사기는 우편떨구기봉사를 보장한다. 봉사기는 그 조직내의 모든 호스트를 대표하여 우편을 받는다. 워크스테이션들은 우편국규약(POP), 변종 3(POP3)과 같은 의뢰기-봉사기규약을 리용함으로써 SMTP호스트와 호상작용하여 통보를 수신한다.

비록 POP3이 봉사기로부터의 통보내리적재에 리용되기는 하지만 SMTP의뢰기는 여전히 통보를 워크스테이션사용자로부터 SMTP우편봉사기에 전송하기 위하여 탁상용콤퓨터에서 필요하다(그림 25-18).

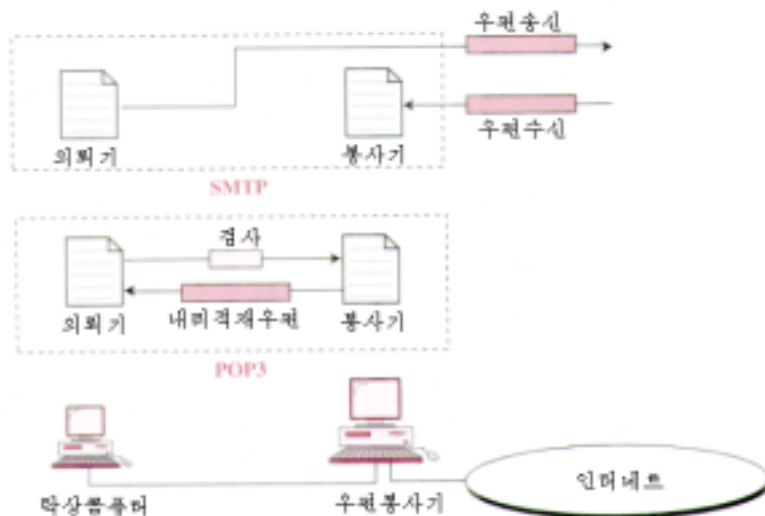



그림 25-18. POP3과 SMTP

2 5. 8. 단순망관리규약(SNMP)

단순망관리규약(SNMP)은 TCP/IP규약묶음을 리용하는 호상망에서 장치들을 관리하기 위한 기본구조이다. 그것은 호상망을 감시하고 관리하는 기본조작모임을 제공한다.

개념

SNMP는 관리자와 대리인의 개념을 리용한다. 즉 관리자는 보통 호스트인데 대리인모임을(보통경로조종기들) 조종하고 감시한다(그림 25-19).

그림 25-19. SNMP개념

SNMP는 몇개의 관리자국이 대리인모임을 조종하는 응용준위의 규약이다. 규약은 응용준위에서 설계되여 그것은 각이한 제작자가 만들고 각이한 물리망에 설치된 장치들을 감시할수 있다. 다른 말로 SNMP는 관리되는 장치들의 물리적특성과 기초망기술로부터 관리과제를 자유롭게 한다. 그것은 여러 제작자들이 만든 경로조종기 또는 관문으로 접속된 각이한 LAN, WAN들로 이루어 진 각종의 호상망에서 리용될수 있다.

관리자와 대리인

관리자라고 하는 관리국은 SNMP의뢰기프로그람을 실행하는 호스트이다. 대리인이라고 하는 관리되는 국은 SNMP봉사기프로그람을 실행하는 경로조종기(또는 호스트)이다. 관리는 관리자와 대리인사이의 간단한 호상작용을 통하여 진행된다.

대리인은 자료기지에 성능정보를 유지하고 있다. 관리자는 자료기지의 값에 접근한다. 실례로 경로조종기는 적당한 변수에 수신되고 전송된 파케트의 개수를 기억시킬수 있다. 관리자는 이 두 값을 꺼내서 비교하여 경로조종기가 혼합인가 아닌가를 알게 된다.

관리자가 또한 경로조종기가 일정한 작용을 수행하도록 할수 있다. 실례로 경로조종기는 주기적으로 재부트계수기의 값을 검사하여 자기자체를 언제 재부트해야 하는가를 알게 된다. 실례로 계수기값이 0이 되면 재부트해야 한다. 관리자는 이 특징을 리용하여 임의의 시간에 대리인을 원격으로 재부트할수 있다. 그것은 단순히 계수기에 0값을 주도록 하는 파케트를 보낸다.

대리인들은 또한 관리과정에 기여할수도 있다. 대리인에서 실행되는 봉사기프로그람은 환경을 검사하고 비정상적인것이 있다면 관리자에게 경고통보를 보낼수 있다.

다른 말로 SNMP를 리용하고 관리는 다음의 세가지 기본문제에 기초한다.

1. 관리자는 대리인의 특성을 반영하는 정보를 요구함으로써 대리인을 검사한다.
2. 관리자는 대리인자료기지의 값을 재설정함으로써 그것이 어떤 과제를 수행하도록 한다.
3. 대리인은 관리자에게 비정상사태를 경고함으로써 관리과정에 기여한다.

요소

인터네트에서 관리는 SNMP규약만이 아니라 SNMP와 병합된 다른 규약들을 통해서도 성취된다. 제일 웃준위에서 관리는 두개의 다른 규약 즉 관리정보구조(SMI)와 관리정보기지(MIB)로서 달성된다. SNMP는 이 두 규약이 제공하는 봉사를 리용하여 자기 과제를 수행한다. 다른 말로 관리는 SMI, MIB, SNMP에 의한 집단적노력이다. 세개는 다 추상명사표기 1(ASN1), 기본구조화규칙(BER)과 같은 다른 규약을 리용한다. 다음 세개로 나누어 SMI, MIB, SNMP를 고찰한다(그림 25-20).

그림 25-20. 인터네트관리요소

SMI

SMI는 망관리에 리용되는 요소이다. 그의 기능은 대상에 이름을 달고 대상에 기억될수 있는 자료의 형식을 규정하며 망을 통하여 전송하기 위하여 자료를 부호화하는 방법을 준다.

MIB

관리정보기지(MIB)는 망관리에서 리용되는 두번째 요소이다. 매개 대리인은 자체의 MIB를 가지며 그것은 관리자가 관리할수 있는 모든 대상의 집합이다. MIB에서 대상들은 8개의 각이한 그룹 즉 체계, 대면부, 주소변환, ip, icmp, tcp, udp, egp로 분류된다. 이 그룹들은 대상식별자나무의 mib대상에 속한다(그림 25-21). 매개 그룹은 변수들과 표를 정의한다.

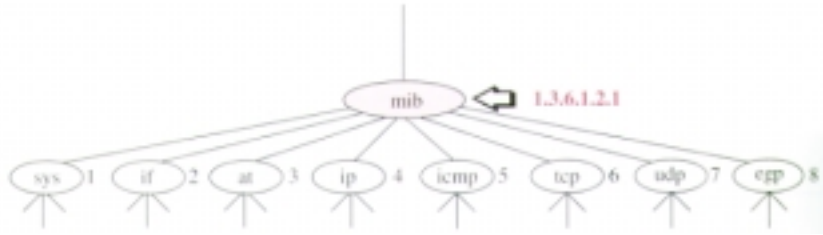



그림 25−21. MIB

SNMP

SNMP는 다섯개의 통보 즉 GetRequest, GetNextReqest, SetRequest, GetResponse, Trap을 정의한다(그림 25−22).

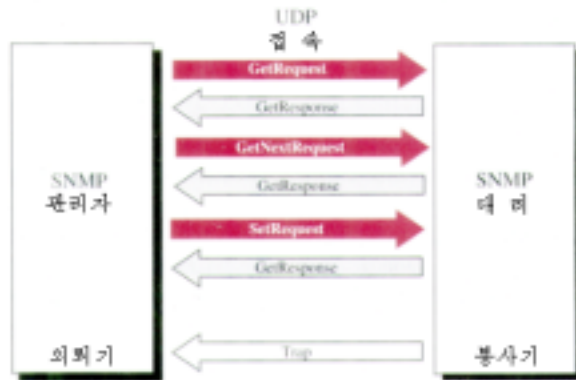



그림 25−22. SNMP통보

GetRequest 이 통보는 변수의 값을 검색하기 위하여 관리자(의뢰기)가 대리인(봉사기)에게 보내는것이다.

GetNextRequest 이 통보도 역시 변수의 값을 검색하기 위하여 관리자가 대리인에게 보내는것이다. 검색된 값은 통보에서 정의된 대상 다음의 대상의 값이다. 그것은 표에서 기입점들의 값을 검색하는데 가장 많이 리용된다. 만일 관리자가 기입점들의 색인을 알지 못한다면 그것은 값들을 검색할수 없다. 그러나 GetNextRequest를 리용하여 대상을 정의할수 있다.

GetResponse 이 통보는 GetRequest와 GetNextRequest에 응답하여 대리인이 관리자에게 보내는것이다. 그것은 관리자가 요구한 변수의 값을 포함한다.

SetRequest 이 통보는 변수에 값을 설정(기억)하기 위하여 관리자가 대리인에게 보내는것이다.

Trap 이 통보는 사건을 보고하기 위하여 대리인이 관리자에게 보내는것이다. 실례로 대리인이 재부트된다면 그것은 관리자에게 알리고 재부트시간을 보고한다.

２５．９．하이퍼본문전송규약(HTTP)

하이퍼본문전송규약은 WWW상의 자료에 접근하기 위하여 주로 리용하는 규약이다. 규약은 자료를 평문, 하이퍼본문, 음성, 영상 등의 형태로 전송한다. 그러나 그것을 하이퍼본문전송규약이라고 하는것은 그 효과성이 한 문서에서 다른 문서로 빨리 넘어 갈수 있는 하이퍼본문환경속에서 리용가능하게 하였기때문이다.

HTTP기능들은 FTP와 SMTP의 조합과 같다. 그것은 파일을 전송하고 TCP의 봉사를 리용하기때문에 FTP와 류사하다. 그러나 오직 TCP접속만을 리용하기때문에 FTP보다 훨씬 단순하다. 따로 조종접속이 없으며 의뢰기와 봉사기사이에 자료만이 전송된다.

HTTP는 의뢰기와 봉사기사이에 전송되는 자료가 SMTP통보와 비슷하기때문에 SMTP와 류사하다. 또한 통보의 형식은 MINE와 비슷한 머리부로 조종된다. 그러나 HTTP는 통보가 의뢰기에서 봉사기로, 봉사기에서 의뢰기로 전송되는 방식이 SMTP와 다르다. SMTTP와 달리 HTTP통보는 사람이 읽을수 있게 정의되지 않으며 HTTP봉사기와 HTTP의뢰기(열람기)에 의하여 읽혀 지고 해석된다. MNP통보는 기억되였다가 전송되지만 HTTP통보는 즉시에 전달된다.

HTTP의 이 문제는 아주 단순하다. 의뢰기는 요구를 봉사기에 보내는데 이것은 우편처럼 보인다. 봉사기는 의뢰기에 응답을 보내는데 이것은 우편회답과 비슷하다. 요구와 응답통보는 MIME와 비슷한 형식의 편지형태로 자료를 나른다.

의뢰기로부터 봉사기에로의 지령은 편지와 같은 요구통보에 들어 있다. 요구된 파일 또는 기타정보의 내용은 편지와 같은 응답통보에 들어 있다.

HTTP거래

그림 25-23은 의뢰기와 봉사기사이의 HTTP거래를 보여 준다.

의뢰기는 요구통보를 보냄으로써 거래를 시작한다. 봉사기는 응답을 보냄으로써 회답한다.

그림 25-23. HTTP거래

통보

두가지 일반형태의 HTTP통보를 그림 25-24에 보여 주었다. 즉 요구와 응답 두 통보형식은 다 거의 같은 형식을 따른다.

그림 25-24. 통보부류

요구통보

요구통보는 요구선, 머리부, 때에 따라서 본체로 이루어 진다(그림 25-25).

그림 25-25. 요구통보

응답통보

응답통보는 상태선, 머리부, 때대로 본체로 이루어 진다(그림 25-26).

유일자원지적자(URL)

문서에 접근하려는 의뢰기는 주소를 필요로 한다. 전 세계에 널려 있는 문서들의 접

근을 편리하게 하기 위하여 HTTP는 위치지적자의 개념을 리용한다. 유일자원지적자(URL)는 인터네트에서 임의의 정보를 규정하기 위한 규격이다. URL은 네가지 즉 방법, 주콤퓨터, 포구, 행로를 정의한다(그림 25-27).

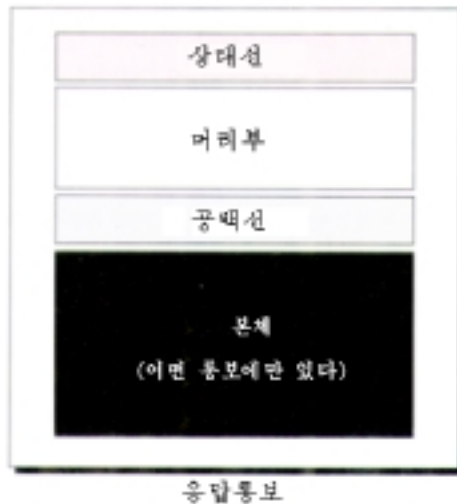



그림 25-26. 응답통보

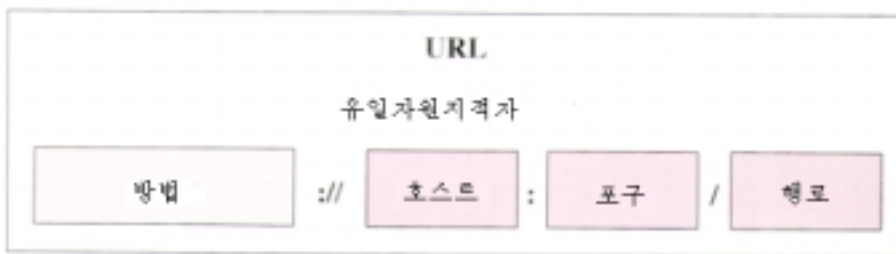



그림 25-27. URL

방법은 문서를 검색하는데 리용되는 규약이다. 실례로 HTTP 호스트는 정보가 위치하는 콤퓨터이다. 콤퓨터의 이름은 별명일수 있다. Web페지는 보통 콤퓨터들에 기억되며 콤퓨터들은 대체로《WWW》로 시작되는 별명을 가진다. 그러나 이것은 의무적이 아니며 Web페지를 지배하는 콤퓨터에 호스트는 임의의 이름으로 주어 질수 있다.

URL은 선택적으로 봉사기의 포구번호를 포함할수 있다. 만일 그 포구가 포함된다면 그것은 호스트와 행로사이에 삽입되여야 하며 두점으로 분리된다.

행로는 정보가 위치하고 있는 파일의 행로이름이다. 행로는 그 자체가 빗선을 포함할수 있는데 그것은 UNIX체계에서 보조등록부와 파일로부터 등록부를 분리하는것이다.

25. 10. 전 세계규모의 Web(WWW)

전 세계규모의 Web(WWW)또는 간단히 Web는 전 세계에 널려 있는(서로 련결된) 정보의 저장고이다. WWW는 유연성과 휴대가능성, 인터네트가 제공하는 다른 봉사와 구별되는 사용자편리성을 통일적으로 가지고 있다.

WWW계획은 CERN(유럽립자물리학연구소)이 과학연구에 필요한 분산된 자원을 취급하는 체계를 창조하기 위하여 시작한것이다.

WWW는 오늘 분산형 의뢰기-봉사기봉사이며 여기서 열람기를 리용하는 의뢰기가 봉사기를 리용하여 봉사에 접근할수 있다. 그러나 제공되는 봉사는 Web싸이트라고 하는 여러 위치들에서 분산된다(그림 25-28).

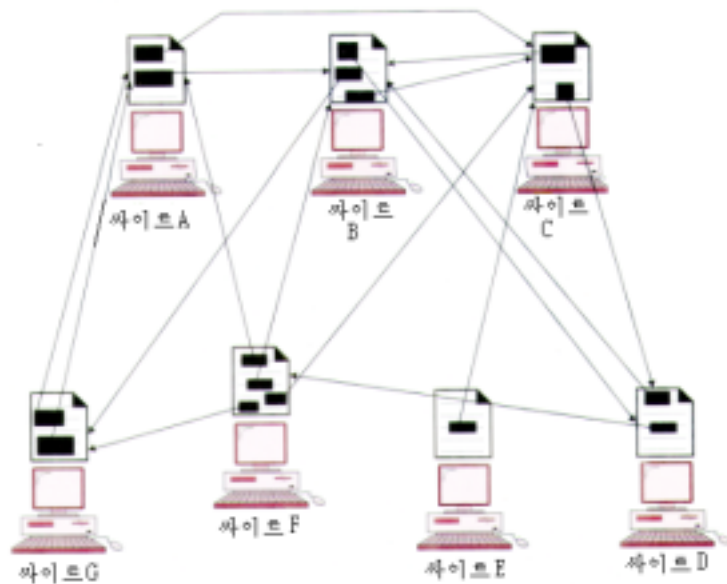



그림 25-28. 분산형봉사

하이퍼본문과 하이퍼매체

WWW는 하이페본문과 하이퍼매체의 개념을 리용한다. 하이퍼본문환경에서 정보는 지적자의 개념을 리용하여 함께 련결된 문서들의 모임에 기억된다. 항목이 지적자를 리용하는 또 다른 문서와 련관될수 있다. 문서를 검색하는 사용자는 다른 문서에 련결된 항목들을 선택(찰칵)함으로써 다른 문서로 움직일수 있다. 그림 25-29는 하이퍼본문의 개념을 보여 준다.

하이퍼본문문서는 본문만을 포함하는 반면에 하이퍼매체문서는 그림, 그라픽스, 소리도 포함할수 있다.

하이퍼본문이나 하이퍼매체의 단위를 Web에서 페지라고 한다. 조직 또는 개인의 기본페지를 홈페지라고 한다.

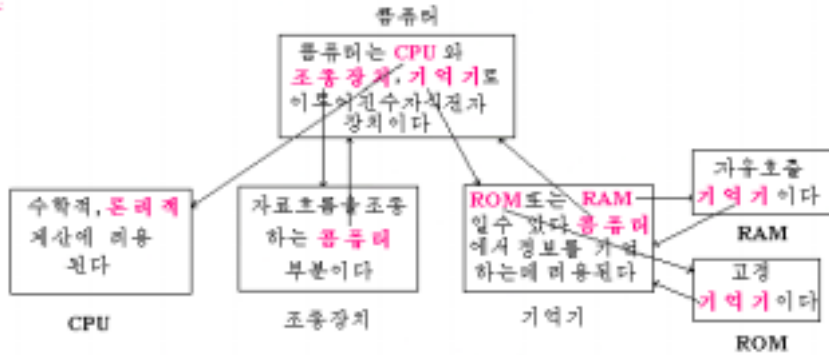



그림 25-29. 하이퍼본문

열람기구조

여러 판매자들이 Web문서를 표시하고 해석하는 상업적인 열람기들을 제공하고 있는데 그것들은 다 거의 같은 구조를 리용한다. 매개 열람기는 보통 세개 부분으로 이루어 진다. 즉 조종부, 의뢰기프로그람, 해석부, 조종부는 건반이나 마우스로부터 입력을 받으며 문서에 접근하기 위하여 의뢰기프로그람을 리용한다. 문서에 접근한후 조종부는 해석프로그람중 하나를 리용하여 문서를 화면에 표시한다. 의뢰기프로그람은 HTTP, FTP, TELNET 등의 앞에서 서술한 방법들(규약)중의 하나일것이다. 해석프로그람은 HTML 또는 Java이며 문서형식에 의존한다(그림 25-30).

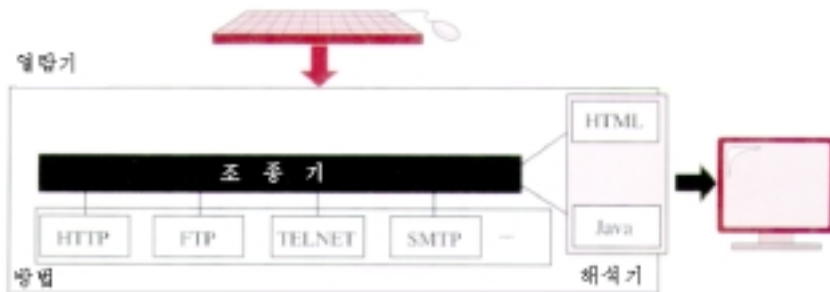



그림 25-30. 열람기의 구조

WWW문서들은 크게 세가지 부류로 갈라 진다. 즉 정적, 동적, 능동(그림 25-31)이다. 부류는 그 문서의 내용이 결정되는데 따라 간다.

그림 25-31. Web문서의 분류

정적문서

정적문서는 봉사기에서 창조되고 기억되는 고정내용문서이다. 의뢰기는 문서를 복사할수만 있다. 다시 말해서 파일의 내용은 파일이 창조될 때 결정되며 리용될 때는 변하지 않는다. 물론 봉사기에서 내용을 변화시킬수 있지만 사용자는 그렇게 못한다. 의뢰기가 문서에 접근하면 문서의 복사가 송신된다. 사용자는 검색프로그람을 리용하여 문서를 표시할수 있다(그림 25-32).

그림 25-32. 정적문서

HTML

하이퍼본문생성언어(HTML;(HyperText Markup Language)는 Web페지작성언어이다. 술어Markup lagnuage는 책출판공업에서 유래된것이다. 책이 형태설정되고 인쇄되기전에 복사편집자는 사본를 읽고 거기에 많은 표식을 해놓는다. 이 표식들은 설계자에게 본문을 어떻게 형식화할것인가를 말해 준다. 실례로 복사편집자가 어떤 부분을 굵은문자로 인쇄되도록 하자면 그 부분에 물결선을 긋는다. 같은 방법으로 Web페지에 대한 자료도 열람기가 해석할수 있게 형식화된다.

한가지 실례를 들어 그것을 설명하자. 어떤 본문부분을 HTML로 굵은 문자로 표시되게 하자면 본문에 굵은문자 시작 및 끝표식(마크)을 포함해야 한다(그림 25-33).

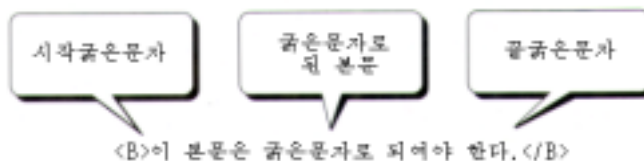



그림 25-33. 굵은문자표식

두 표식<B>와 </B>는 열람기에 대한 명령이다. 열람기가 이 두개 마크를 보면 그것은 본문이 굵은 문자로 되여야 한다는것을 안다(그림 25-34).

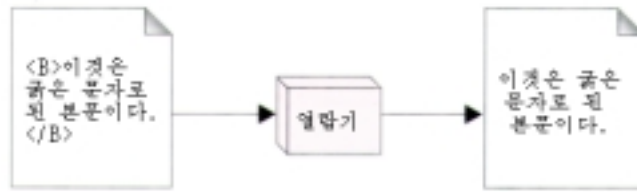



그림 25-34. 굵은문자표식의 효과

HTML은 기본본문과 형식화지령에 다 ASCII문자만을 리용하게 한다. 이런 방식으로 매개 콤퓨터는 전체 문서를 ASCII문서로 받을수 있다. 기본본문은 자료이며 형식화명령은 브라우저가 자료를 형식화하기 위하여 리용할수 있다.

Web페지의 구조

Web페지는 두 부분으로 이루어 진다. 즉 머리와 본체.

머리 머리는 Web페지의 첫 부분이다. 머리는 그 페지의 제목과 열람기가 리용하게 될 기타 파라메터를 포함한다.

본체 페지의 실지 내용은 본체이다. 이것은 본문과 표식들을 포함한다. 본문은 페지에 포함되여 있는 실지 정보이며 표식은 문서의 표시를 정의한다. 모든 HTML표식은 선택적인 속성목록이 뒤따르는 이름이며 전체는 작기 및 크기기호안에 놓인다(< 와 >).

속성(그것이 있다면)같기부호와 값으로 표시된다. 어떤 표식들은 혼자서 리용되기도 하며 어떤것들은 쌍으로 리용된다. 쌍으로 리용되는것들을 시작 및 끝표식이라고 한다. 시작표식은 속성과 값을 가질수 있다. 끝표식은 속성이나 값을 가질수 없으며 이름앞에 빗선이 있어야 한다.

표식

열람기는 표식에 기초하여 본문의 구조를 결정하는데 표식은 본문속에 음페된다. 표식은 두개의 괄호(< , >)안에 놓이며 모두 쌍으로 있다. 시작표식은 표식의 이름으로 시작하며 끝표식은 빗선과 표식이름으로 되여 있다.

표식은 속성목록을 가진다. 매개는 같기부호와 속성값이 뒤따른다. 그림 25-35는 표식의 형식을 보여 준다.

그림 25-35. 시작 및 끝 표식

동적문서

동적문서들은 미리 정의된 형식이 없다. 대신 동적문서는 열람기가 문서를 요구할 때는 언제나 Web봉사기가 창조한다. 요구가 도착하면 Web봉사기는 동적문서를 창조하는 응용프로그람을 실행한다. 봉사기는 문서를 요구한 열람기에 대한 응답으로서 프로그람의 출구를 귀환시킨다. 매 요구마다 새로운 문서가 창조되기때문에 동적문서의 내용은 요구때마다 변할수 있다. 동적문서의 아주 단순한 실례는 봉사기에서 시간과 날자를 얻는것이다. 시간과 날자는 시시각각 변하는 동적정보이다. 의뢰기는 UNIX에서 날자프로그람을 실행하여 그 결과를 의뢰기에 보내줄것을 요구할수 있다. 그림 25-36은 동적문서에 대한 송신과 응답단계를 보여 준다.

그림 25-36. 동적문서

동적문서를 취급하는 봉사기는 다음의 세 단계를 따른다.

1. 봉사기는 URL을 검사하여 그것이 동적문서를 정의하는가를 알아 본다.
2. URL이 동적문서를 정의한다면 봉사기는 프로그람을 실행시킨다.
4. 봉사기는 프로그람의 출구를 의뢰기(열람기)에 보낸다.

공동관문대면부(CGI)

공동관문대면부(CGI)는 동적문서를 창조하고 취급하는 기술이다. CGI는 동적문서가 어

떻게 작성되며 입구자료는 프로그람에 어떻게 공급되며 출구결과는 어떻게 리용되는가를 정의하는 규격들의 모임이다.

CGI는 새로운 언어가 아니다. 대신 그것은 프로그람작성자들이 C, C++, Bourne Shell, korn Shell, Cshell, Tcl, perl 등 여러가지 언어를 리용할수 있게 한다. CGI가 정의하는것은 프로그람작성자들이 지켜야 할 규칙 및 술어모임뿐이다.

CGI가 공통적으로 리용된다는것은 그 규격이 임의의 언어나 플래트홈에 공통적인 규칙모임을 정의한다는것을 의미한다. 여기서 술어《관문》은 CGI프로그람이 자료기지, 그라픽스프로그람 등의 자원에 접근하는데 리용될수 있는 관문이라는것을 의미한다. 술어《대면부》는 임의의 CGI프로그람에 리용될수 있는 미리 정의된 항, 변수, 호출 등의 모임이 있다는것을 의미한다.

CGI프로그람

가장 단순한 형식의 CGI프로그람은 CGI를 지원하는 언어들중 하나로 작성된 코드이다. 프로그람의 순차적인 내용을 부호화할수 있으며 우에서 말한 언어중 어느 하나를 아는 임의의 프로그람작성자도 간단한 CGI프로그람을 작성할수 있다.

능동문서

많은 응용에서는 프로그람을 의뢰기싸이트에서 실행할것을 요구한다. 이런것을 능동문서라고 한다. 실례로 화면에 통화상그리픽스를 창조하거나 사용자와 호상 작용하는 프로그람을 실행한다고 하자. 프로그람은 확정적으로 생동성과 호상작용이 일어 나는 의뢰기싸이트에서 실행될 필요가 있다. 부라우저가 능동문서를 요구하면 봉사기는 바이트코드형태로 문서의 복사를 보내준다. 그러면 문서는 의뢰기(열람기)싸이트에서 실행된다(그림 25-37).

봉사기의 능동문서는 2진수코드형태로 기억된다. 그러나 그것은 동적문서에서 하는 방법대로 봉사기를 위한 부가비트를 창조하지 않는다. 비록 능동문서가 봉사기에서 실행되지 않는다 해도 그것은 의뢰기가 검색할수 있는 2진수문서로 기억된다. 의뢰기가 그 문서를 받으면 그것은 또한 자기의 기억구역에 기억시킬수 있다. 이런 방식으로 의뢰기는 다시 요구하지 않고도 문서를 실행시킬수 있다.

능동문서는 봉사기에서 의뢰기로 2진수형태로 전송된다. 이것은 그것이 봉사기싸이트에서 압축되고 의뢰기싸이트에서 해제될수 있으며 전송시간과 대역너비를 절약할수 있다는것을 의미한다.

Java

Java(쟈바)는 고급프로그람작성언어와 실행시간환경, 클로스서고의 조합이다. 클라스서고는 프로그람작성자가 능동문서를 작성하고 열람기가 그것을 실행할수 있게 해준다. 그것은 또한 열람기를 리용하지 않는 독립응용프로그람으로 리용될수도 있다. 그러나 Java

는 대부분 애플레트(applet)를 창조하는데 리용된다.

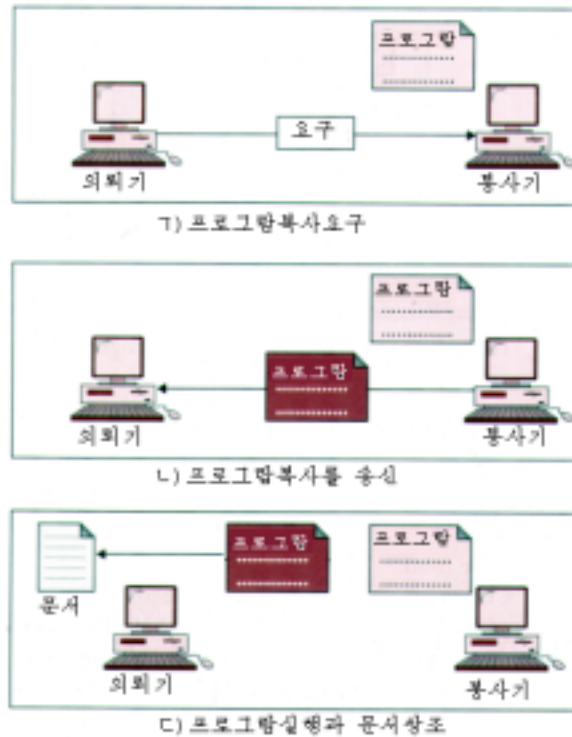



그림 25-37. 능동문서

Java는 대상지향언어이며 문장론적으로, 의미론적으로 C++와 매우 류사하다. 그러나 그것은 연산자다중정의나 다중계층과 같은 C++의 복잡성을 가지지 않는다.

Java는 또한 장치독립형이며 지적자를 쓰지 않는다. Java에서는 다른 대상지향언어와 같이 프로그람작성자가 대상의 모임과 연산(방법)의 모임을 정의하여 그 대상들을 조작한다. 그것은 형태화언어이다. 즉 프로그람작성자는 임의의 자료토막을 리용하기전에 그 형태를 선언해야 한다.

25.11. 실마리어

공동관문대면부(CGI)	나라령역
국부등록	능동문서
기본부호화규칙(BER)	다목적인터네트우편확장(MINE)
관리자	단순망관리규약(SNMP)
관리정보기지(MIB)	단순우편전송규약(SMTP)
관리정보의 구조(SMI)	동적문서

동적호스트구성규약(DHCP)
대리인
령역이름체계(DNS)
말단망(TELNET)
망가상말단(NVT)
반대령역
봉사기
사용자대리(UA)
자료전송
작은응용프로그람
전 세계규모의 Web(WWW)
전자우편(e−mail)
정적문서
초기적재규약(BOOTP)
파일전송규약(FTP)
평범한 파일전송규약(TFTP)
하이퍼본문생성언어(HTML)
하이퍼본문전송규약(HTTP)
홈페지
열람기
우편국규약(POP)
우편판문
우편전송대리인(MTA)
유일자원지적자(URL)
일반령역
의뢰기
의뢰기−봉사기모형
원격등록가입
Java
UNIX
Web
Web페지

25. 12. 요약

- TCP/IP응용층은 OSI모형의 대화층, 표현층, 응용층의 조합에 대응한다.
- 의뢰기-봉사기모형에서 의뢰기는 봉사를 요구하는 프로그람을 실행하며 봉사기는 봉사를 보장하는 프로그람을 실행한다. 이 두 프로그람들은 서로 통신한다.
- 하나의 봉사기프로그람은 많은 의뢰기프로그람들에 대한 봉사를 제공할수 있다.
- 봉사기프로그람은 항상 동작하며 의뢰기프로그람은 필요할 때만 실행된다.
- 자주 그리고 많은 사용자가 요구하는 봉사들은 특정의 의뢰기−봉사기프로그람들을 가진다.
- 의뢰기는 봉사기의 봉사를 요구하여 국부장치에서 달리는 유한프로그람이다.
- 봉사기는 의뢰기에 봉사를 제공하기 위하여 원격장치에서 달리는 무한프로그람이다.
- 령역이름체계(DNS)는 인터네트상에서 매개 호스트를 유일한 사용자편의 이름으로 식별하는 의뢰기−봉사기응용이다.
- 령역이름공간은 세개 구간 즉 일반령역, 나라령역, 반대령역으로 나누인다.
- 7개의 일반령역이 있는데 매개는 조직의 형식을 규정한다.
- 매개 나라령역은 나라를 규정한다.
- 반대령역은 IP주소에 대한 령역이름을 찾는다. 이것을 주소−이름 해신이라고 한다.
- TELNET는 사용자가 원격장치에 등록하며 원격체계에 접근할수 있게 하는 의뢰기−봉사기응용이다.
- TELNET는 망가상말단(NVT)체계를 리용하여 국부체계에서의 문자를 부호화한다. 봉

사기상에서 NVT는 문자들을 원격장치에 맞는 형태로 해신한다.

- 파일전송조약(FTP)은 파일을 한 호스트에서 다른 호스트로 복사하기 위한 TCP/IP 의뢰기-봉사기이다.
- FTP는 자료전송을 위하여 두개의 접속 즉 조종접속과 자료접속을 필요로 한다.
- 평범한 파일전송규약(TFTP)은 FTP의 복잡성과 정밀성이 없는 단순한 파일전송규약이다.
- 인터네트상의 전자우편을 지원하는 TCP/IP규약을 단순우편전송규약(SMTP)이라고 한다.
- SMTP의뢰기와 봉사기는 다 사용자대리(UA)와 우편전송대리(MTA)를 요구한다.
- UA는 통보를 준비하고 봉투를 창조하며 통보를 봉투에 넣는다.
- 우편주소는 두 부분으로 되여 있다. 즉 국부주소(사용자우편통)와 령역이름인데 형식은 국부주소 @령역이름이다.
- 우편관문은 우편형식들을 변환한다.
- 다목적인터네트우편확장(MIME)은 다매체통보의 전송을 가능하게 하는 SMTP의 확장이다.
- 우편국규약(POP)은 SMT와 결합하여 우편봉사기가 호스트들에 대한 우편을 수신하고 유지하기 위하여 리용하는 규약이다.
- 단순망관리규약(SNMP)은 TCP/IP규약묶음을 리용하는 호상망에서 장치들을 관리하기 위한 기본구조이다.
- 관리자(보통 호스트)는 대리인(보통 경로조종기)모임을 조종하고 감시한다.
- 관리자는 SNMP의뢰기프로그람을 실행시키는 호스트이다.
- 대리인은 SNMP봉사기프로그람을 실행시키는 경로조종기이다.
- SNMP는 두가지규약 즉 관리정보구조(SMI)와 관리정보기지(MIB)의 봉사를 리용한다.
- MIB는 SNMP에 의하여 관리될수 있는 대상그룹의 집합이다.
- SNMP는 다섯개 통보를 정의한다. 즉 GetRequest, GetNextRequest, SetReq-uest, GetResponse, Trap.
- 하이퍼본문전송규약(HTTP)은 WWW상의 자료에 접근하는데 리용되는 기본규약이다.
- 유일자원지적자(URL)는 WWW상의 임의의 종류의 정보를 규정하는 규격이다.
- WWW는 전 세계에 널려 있는 서로 련결된 정보저장고이다.
- 하이퍼본문과 하이퍼매체는 지적자개념을 통하여 서로 련결된 문서들이다.
- 열람기는 Web문서를 해석하고 표시한다.
- 열람기는 조종부, 의뢰기프로그람, 해석부로 이루어 진다.
- Web문서는 정적, 동적, 능동으로 분류될수 있다.
- 정적문서는 내용이 고정되고 봉사기에 기억된 문서이다. 의뢰기는 봉사기문서에 변화를 줄수 없다.
- 하이퍼본문생성언어(HTML)는 정적Web페지를 창조하는데 리용되는 언어이다.
- Web페지는 머리와 본체를 가진다.

- 표식은 문서에 대한 구조를 보장하고 제목과 머리글을 정의하며 본문을 형식화하고 자료흐름을 조종하며 그림을 삽입하고 각이한 문서들을 함께 련결하고 실행가능한 코드를 정의한다.
- 동적Web문서는 열람기의 요구에 의해서만 봉사기가 창조한다.
- 공동관문대면부(CGT)는 동적Web문서를 창조하고 취급하기 위한 규격이다.
- 능동문서는 의뢰기가 검색하고 의뢰기싸이트에서 실행하는 프로그람의 복사이다.
- Java는 고급프로그람작성언어와 실행시간환경, 클라스서고의 조합이다. 클라스서고는 프로그람작성자가 능동문서를 작성하고 열람기가 그것을 실행할수 있게 한다.

25. 13. 련습

복습문제

1. TCP/IP규약묶음과 OSI모형의 층들을 비교하시오.
2. 의뢰기-봉사기모형에서 의뢰기프로그람의 역할은 무엇인가? 봉사기 프로그람의 역할은 무엇인가?
3. 의뢰기프로그람은 왜 유한하며 봉사기프로그람은 무한한가?
4. 인터네트상에서 콤퓨터는 어떤 종류의 구성정보를 가져야 하는가?
5. 디스크 없는 콤퓨터가 구성정보를 얻기 위한 두가지 방법은 무엇인가?
6. BOOTP는 DHCP와 어떻게 다른가?
7. 령역이름체계의 목적은 무엇인가?
8. 령역이름공간의 세가지 주요분할을 고찰하시오.
9. 국부말단이 원격체계의 말단인것처럼 접속시키는것은 어떤 응용프로그람인가?
10. 원격등록가입에서 NVT는 왜 필요한가?
11. FTP에 필요한 TCP접속을 고찰하시오.
12. TFTP는 FTP와 어떻게 다른가?
13. SMTP의 기능은 무엇인가?
14. 사용자대리(UA)와 우편전송대리(MAT)사이의 차이는 무엇인가?
15. MIME는 SMTP를 어떻게 보강하는가?
16. POP와 같은 응용이 왜 전자통보에 필요한가?
17. SNMP가 망장치를 관리하기 위하여 어떤 세가지 기능을 수행할수 있는가?
18. 망을 관리하기 위하여 호상작용하는 세가지 규약은 무엇인가?
19. HTTP와 WWW는 인터네트와 어떻게 관계되는가?
20. WWW문서의 세가지 형식을 대조하시오.
21. HTML의 목적은 무엇인가?
22. CGI와 동적문서사이의 관계는 무엇인가?
23. Java란 무엇인가?

선택문제

24. ____은 봉사를 요구할수 있다.
   ㄱ) 소케트대면부
   ㄴ) 포구
   ㄷ) 의리기
   ㄹ) 봉사기

25. 의뢰기프로그람은 ____이다. 왜냐면 그것은 봉사 받은후 끝나기때문이다.
   ㄱ) 능동
   ㄴ) 유한
   ㄷ) 피동
   ㄹ) 무한

26. 봉사기프로그람은 ____이다. 그것은 항상 유효하고 의뢰기요구를 기다리고 있기때문이다.
   ㄱ) 능동
   ㄴ) 유한
   ㄷ) 피동
   ㄹ) 무한

27. TCP/IP응용층은 OSI모형의 ____층에 대응한다.
   ㄱ) 물리, 자료조절, 망
   ㄴ) 전송 및 망
   ㄷ) 대화와 전송
   ㄹ) 대화, 표현, 응용

28. 령역이름이 알려 질 때 호스트의 IP주소를 구하기 위하여 ____이 리용된다.
   ㄱ) 반대령역
   ㄴ) 내리령역
   ㄷ) 일반령역
   ㄹ) ㄱ) 또는 ㄴ)

29. 원격등록가입은 ____을 동반한다.
   ㄱ) NVT
   ㄴ) TCP/IP
   ㄷ) TELNET
   ㄹ) 이 모든것

30. 원격싸이트에서 ____는 수신된 문자들을 조작체계에 보낸다.
   ㄱ) 말단구동프로그람
   ㄴ) 가상말단구동기
   ㄷ) TELNET 의뢰기

ㄹ) TELNET 봉사기

31. ____는 국부문자를 NVT형식으로 변환한다.
   ㄱ) 말단구동프로그람
   ㄴ) 가상말단구동기
   ㄷ) TELNET의뢰기
   ㄹ) TELNET봉사기

32. ______는 NVT문자들을 조작체계에 맞는 형식으로 변환한다.
   ㄱ) 말단구동프로그람
   ㄴ) 가상말단구동기
   ㄷ) TELNET의뢰기
   ㄹ) TELNET봉사기

33. 다음의 어느것이 진실인가?
   ㄱ) FTP는 각이한 등록부구조를 가진 체계들이 파일을 전송할수 있게 한다.
   ㄴ) FTP는 ASCII를 리용하는 체계와 EBCDIC를 리용는 체계가 파일을 전송할수 있게 한다.
   ㄷ) FTP는 PC와 SUN워크스테이션이 파일을 전송할수 있게 한다.
   ㄹ) 이 모든것

34. FTP대화기간조종접속은 ____열린다.
   ㄱ) 꼭 한번
   ㄴ) 필요한만큼
   ㄷ) 꼭 두번
   ㄹ) 이 모든것

35. FTP대화기간 자료접속은 ____열린다.
   ㄱ) 꼭 한번
   ㄴ) 필요한만큼
   ㄷ) 꼭 두번
   ㄹ) 이 모든것

36. UA의 목적은 ____이다.
   ㄱ) 통보준비
   ㄴ) 인터네트를 통한 통보의 전송
   ㄷ) 봉투창조
   ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

37. MTA의 목적은 ____이다.
   ㄱ) 통보준비
   ㄴ) 인터네트를 통한 통보의 전송
   ㄷ) 봉투창조

ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

38. SMTP를 리용하여 통보가 전송될 때 _____의 UA가 포함된다.
ㄱ) 한개만
ㄴ) 세개만
ㄷ) 두개만
ㄹ) 적어도 두개

39. 전자우편은 ____송신될수 없다.
ㄱ) 송신싸이트가 TCP/IP를 리용하지 않는다면
ㄴ) 수신싸이트가 TCP/IP를 리용하지 않는다면
ㄷ) 사설망을 통하여
ㄹ) 이중에 없음

40. ____은 비 SMTP우편을 SMTP형식으로 또는 그 반대로 변환할수 있다.
ㄱ) 우편통
ㄴ) 우편파일
ㄷ) 우편관문
ㄹ) 우편교환기

41. 우편주소 mackenzie @ pit. arc. nasa .gov 에서 령역이름은 무엇인가?
ㄱ) mackenzie
ㄴ) mackenzie @ pit.anc.nasa.gov
ㄷ) pit.asc.nasa.gov
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

42. MIME는 SMTP를 통하여 ____자료가 송신될수 있게 한다.
ㄱ) 음성
ㄴ) 화상
ㄷ) 비 ASCII코드
ㄹ) 이 모든것

43. 다음중 어느것이 SNMP와 관계되는가?
ㄱ) MIB
ㄴ) BER
ㄷ) SMI
ㄹ) 이 모든것

44. ____은 SNMP의뢰기 프로그람을 실행하고 ____는 SNMP봉사기프로그람을 실행한다.
ㄱ) 관리자:관리자
ㄴ) 관리자:대리인
ㄷ) 대리인:대리인

ㄹ) 대리인:관리자

45. ____는 대상에 이름달고 대상에 기억될수 있는 자료형식을 규정하며 망전송을 위하여 자료를 부호화한다.

ㄱ) MIB
ㄴ) SNUD
ㄷ) SMI
ㄹ) ASN

46. 다음의 어느것이 관리될 대상들의 집합인가?

ㄱ) MIB
ㄴ) SNUD
ㄷ) SMI
ㄹ) ASN

47. 관리자의 의무는 무엇인가?

ㄱ) 대리인에서 정의된 대상의 값을 검색하는것
ㄴ) 대리인에서 정의된 대상의 값을 기억하는것
ㄷ) 대리인에게 경보통보를 보내는것
ㄹ) ㄱ)와 ㄴ)

48. _____는 MIB에 어떤 자료형식이 가능한가를 규정한다.

ㄱ) BZR
ㄴ) ASN1
ㄷ) SNMP
ㄹ) SMI

49. SNMP대리인은 ____통보를 송신할수 있다.

ㄱ) GetRequest
ㄴ) GetNextRequest
ㄷ) SetRequest
ㄹ) Trap

50. SNMP관리자는 _____통보를 보낼수 있다.

ㄱ) GetRequest
ㄴ) GetNextRequest
ㄷ) SetRequest
ㄹ) 이 모든것

51. SNMP대리인은 ____통보를 보낼수 있다.

ㄱ) GetResponse
ㄴ) SetRequest
ㄷ) GetRequest

ㄹ) GetNext Request

52. HTTP는 ____과 ____에 다 비슷하다.
    ㄱ) FTP:SNMP
    ㄴ) FTP:SNMP
    ㄷ) FTP:MTV
    ㄹ) FTP:URL

53. 요구통보는 항상 ____을 포함한다.
    ㄱ) 머리부와 본체
    ㄴ) 요구선과 머리부
    ㄷ) 상태선과 머리부, 본체
    ㄹ) 상태선과 머리부

54. URL은 문서에 접근하기 위하여 무엇을 요구하는가?
    ㄱ) 경로이동
    ㄴ) 검색방법
    ㄷ) 주콤퓨터
    ㄹ) 이 모든것

55. 다음중 어느것이 검색방법인가?
    ㄱ) HTTP
    ㄴ) TELNET
    ㄷ) FTP
    ㄹ) 이 모든것

56. 하이퍼본문은 _____를 통하여 련결된다.
    ㄱ) DNS
    ㄴ) CGI
    ㄷ) HTML
    ㄹ) Java

57. 다음의 어느것이 해석프로그람이 아닌가?
    ㄱ) HTTP
    ㄴ) CGI
    ㄷ) HTML
    ㄹ) Java

58. 열람기의 요소는 무엇인가.
    ㄱ) 검색방법, 주콤퓨터, 행로이름
    ㄴ) 조종부, 의뢰기프로그람, 해석부
    ㄷ) 하이퍼본문, 하이퍼매체, HTML
    ㄹ) 이 모든것

59. 어느 형식의 Web문서가 의뢰기싸이트에서 실행되는가?

ㄱ) 정적

ㄴ) 능동

ㄷ) 동적

ㄹ) 이 모든것

60. 어느 형태의 Web문서가 의뢰기에서 요구될 때만 봉사기싸이트에 창조되는가?

ㄱ) 정적

ㄴ) 능동

ㄷ) 동적

ㄹ) 이 모든것

61. 어느 문서가 고정내용이며 봉사기싸이트에 창조되고 기억되는가?

ㄱ) 정적

ㄴ) 능동

ㄷ) 동적

ㄹ) 이 모든것

62. 프로그람작성자는 _____을 리용하여 CGI프로그람을 작성할수 있다.

ㄱ) Bourne shell script

ㄴ) Perl

ㄷ) C

ㄹ) 이 모든것

63. Web문서의 어느 형태가 봉사기에서 의뢰기에 2진수형식으로 전송되는가?

ㄱ) 정적

ㄴ) 능동

ㄷ) 동적

ㄹ) 이 모든것

64. _____은 능동문서의 리용을 가능하게 하는데 리용된다.

ㄱ) HTML

ㄴ) Java

ㄷ) CGI

ㄹ) 이 모든것

65. Java는 _____이다.

ㄱ) 프로그람작성언어

ㄴ) 실행시간환경

ㄷ) 클라스서고

ㄹ) 이 모든것

66. 애플레트는 ____문서응용프로그람이다.

ㄱ) 정적
ㄴ) 피동
ㄷ) 능동
ㄹ) 동적

련습문제

67. 어느형태의 령역이 당신의 회사나 학교에서 리용하는가?(일반 또는 나라)
68. 대부분회사들은 나라령역보다 일반령역을 리용한다. 왜 그런가?
69. 전자우편에서 리용하는 가장 공통적인 일반령역은 무엇인가?
70. 전자우편주소를 령역이름과 국부이름으로 나누시오.
71. 나라령역을 리용하는 사람을 보았는가?
72. 반대령역을 리용한적이 있는가?
73. TELNET지령을 리용한적이 있는가? 어느것을 리용했는가?
74. TELNET지령은 지령은 IP주소를 리용할수 있는가?
75. 전자우편을 보내려고 할 때 콤퓨터가 DNS봉사를 찾을수 없다면 어떻게 되는가?
76. 체계는 어떤 사용자대리프로그람을 리용하는가?
77. 전자우편프로그람은 NIME를 리용하는가?
78. 전자우편프로그람은 POP를 리용하는가?
79. FTP에서 get지령을 리용하여 그 결과를 보고하시오.
80. FTP에서 put지령을 리용하여 그 결과를 보고하시오.
81. FTP에서 사용자지령목록을 구하시오.
82. 간단한 FTP에 대하여 연구하고 그 기능을 고찰하시오.
83. 전자우편목록을 창조해 본적이 있는가?
84. HTML의 표식들을 연구하고 적어도 5개 표식을 찾으시오.

부록 A. ASCII코드

정보교환용규격코드(ASCII)는 인쇄가능한 문자와 불가능한 문자(조종문자)들을 부호화하는데 가장 많이 리용되는 코드이다.

ASCII는 매개 문자에 대하여 7bit를 리용한다. 그러므로 128개 문자까지를 표시할수 있다. 표 A-1은 ASCII문자와 그 코드를 2진수와 16진수형태로 렬거한것이다.

표 A-1 ASCII표

10진수	16진수	2진수	문 자	해 설
0	00	0000000	NUL	없음
1	01	0000001	SOH	머리부시작
2	02	0000010	STX	본문시작
3	03	0000011	ETX	본문끝
4	04	0000100	EOT	전송끝
5	05	0000101	ENQ	조사
6	06	0000110	ACK	확인
7	07	0000111	BEL	종
8	08	0001000	BS	되돌이
9	09	0001001	HT	수평공백
10	0A	0001010	LF	행바꾸기
11	0B	0001011	VT	수식공백
12	0C	0001100	FF	형식바꾸기
13	0D	0001101	CR	행바꾸기
14	0E	0001110	SO	바깥밀기
15	0F	0001111	SI	아낙밀기
16	10	0010000	DLE	자료련결탈퇴
17	11	0010001	DC1	장치조종 1
18	12	0010010	DC2	장치조종 2
19	13	0010011	DC3	장치조종 3
20	14	0010100	DC4	장치조종 4
21	15	0010101	NAK	부인
22	16	1110110	SYN	동기휴식
23	17	0010111	ETB	전송블로크끝
24	18	0011000	CAN	포기
25	19	0011001	EM	매체끝
26	1A	0011010	SUB	치환

표계속

·10진수	16진수	2진수	문 자	해 설
27	1B	0011011	ESC	탈출
28	1C	0011100	FS	파일분리기
29	1D	0011101	GS	그룹분리기
30	1E	0011110	RS	기록분리기
31	1F	001111	US	단위분리기
32	20	010000	SP	공백
33	21	0100001	!	감탄표
34	22	0100010	“	인용표
35	23	0100011	#	파운드
36	24	0100100	$	딸라
37	25	0100101	%	퍼센트
38	26	0100110	&	그리고
39	27	0100111	`	우점
40	28	0101000	(	열기괄호
41	29	0101001	)	닫기괄호
42	2A	0101010	*	별표
43	2B	0101011	+	더하기
44	2C	0101100	,	반점
45	2D	0101101	−	덜기
46	2E	0101110	.	점
47	2F	0101111	/	빗선
48	30	0110000	0	
49	31	0110001	1	
50	32	0110010	2	
53	33	0110011	3	
53	34	0110100	4	
53	35	0110101	5	
53	36	0110110	6	
55	37	0110111	7	
56	38	0111000	8	
57	39	0111001	9	
58	3A	011010	:	두점
59	3B	0111011	;	반두점
60	3C	0111100	<	작기

표계속

10진수	16진수	2진수	문 자	해 설
61	3D	0111101	=	같기
62	3E	0111110	>	크기
63	3F	0111111	?	물음표
64	40	1000000	@	수표
65	41	1000001	A	
66	42	1000000	B	
67	43	1000011	C	
68	44	1000100	D	
69	45	1000101	E	
70	46	1000110	F	
71	47	1000111	G	
72	48	1001000	H	
73	49	1001001	I	
74	4A	1001010	J	
75	4B	1001011	K	
76	4C	1001100	L	
77	4D	1001101	M	
78	4E	1001110	N	
79	4F	1001111	O	
80	50	1010000	P	
81	51	1010001	Q	
82	52	1010010	R	
83	53	1010011	S	
84	54	1010100	T	
85	55	1010101	U	
86	56	1010110	V	
87	57	1010111	W	
88	58	1011000	X	
89	59	1011001	Y	
90	5A	1011010	Z	
91	5B	1011011	[	열기괄호
92	5C	1011100	\	반대빗선
93	5D	1011101	]	닫기괄호
94	5E	1011110	^	탈자기호

표계속

10진수	16진수	2진수	문 자	해 설
95	5F	1011111	_	밑줄
96	60	1100000	`	력점
97	61	1100001	a	
98	62	1100010	b	
99	63	1100011	c	
100	64	1100100	d	
101	65	1100101	e	
102	66	1100110	f	
103	67	1100111	g	
104	68	1101000	h	
105	69	1101001	i	
106	6A	1101010	j	
107	6B	1101011	k	
108	6C	1101100	l	
109	6D	1101101	m	
110	6E	1101110	n	
111	6F	1101111	o	
112	70	1110000	p	
113	71	1110001	q	
114	72	1110010	r	
115	73	1110011	s	
116	74	1110100	t	
117	75	1110101	u	
118	76	1110110	v	
119	77	1110111	w	
120	78	1111000	x	
121	79	1111001	y	
122	7A	1111010	z	
123	7B	1111011	{	열기괄호
124	7C	1111100	|	바
125	7D	1111101	}	닫기괄호
126	7E	1111110	~	물결표
127	7F	1111111	DEL	지우기

부록 B. 수체계와 변환

오늘의 콤퓨터들은 네가지 수체계를 리용한다. 즉 10진수, 2진수, 8진수, 16진수. 매개는 각이한 수처리준위에서 각각의 우점들을 가진다. 이 부록의 첫 절에서 네개 체계를 설명한다. 두번째 절에서 한 체계에서의 수를 다른 체계에서의 수로 어떻게 변환할수 있는가를 본다.

B. 1. 수 체 계

여기서 검토하는 모든 수체계는 다른 기호와의 련관속에서 기호의 위치가 그 값을 결정한다는것을 의미하는 자리수체계이다. 한 수안에서 매 기호를 수자라고 부른다(10진수자, 2진수자, 8진수자, 16진수자). 실례로 10진수 798은 세개의 10진수자이다. 수자들은 값이 올라 가는 순서로 배렬되여 가장 왼쪽 수자는 최대수로 되고 제일 오른쪽 수자는 최소수로 된다(그림 B-1을 참고). 실례로 10진수 1234에서 최대 유효수자는 1이고 최소 유효수자는 4이다.

그림 B-1. 수자위치와 그것의 유효성

10진수

10진수체계는 일상생활에서 우리에게 가장 친숙한 수체계이다. 셀수 있는 량을 가리키는 모든 술어는 이 수에 기초하고 있으며 사실 다른 수체계를 말할 때 그의 10진수등가로 그 량을 고찰하려고 한다. 밑수 10이라고도 하는 10진수라는 이름은 10을 의미하는 라틴어 《dec》에서 유래된것이다. 10진수체계는 량적인 값을 표시하는데 10개 기호를 리용한다. 즉 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

10진수는 10개의 기호를 리용한다. 즉 0, 1, 2, …, 9.

무게와 값

10진수체계에서 매 무게는 그의 위치에 대한 10의 제곱과 같다. 첫 위치의 무게는 10^0이며 결과는 1이다. 그러므로 첫 위치에서 수자의 값은 그 수자의 값에 1을 곱한것과 같다. 두번째 위치의 무게는 10^1이며 10과 같다. 따라서 두번째 위치에서 수자의 값은 수자의 값에 10을 곱한것과 같다. 세번째 위치의 무게는 10^2이다. 세번째 위치에서 수자의 값은 그 수자의 값에 100을 곱한것과 같다(표 B-1을 참고).

표 B-1

위치	다섯번째	네번째	세번째	두번째	첫번째
무 게	10^4 (10,000)	10^3 (1000)	10^2 (100)	10^1 (10)	10^0 (1)

전체 수값은 매 수자에 그 무게를 곱하여 합한것과 같다. 그림 B-2는 10진수 4567의 무게를 보여 준다.

그림 B-2. 10진수의 실례

2진수

2진수체계는 모든 콤퓨터동작을 위한 기초로 된다. 콤퓨터들은 전류를 투입, 차단하는 조작으로 동작한다. 2진수체계는 두개의 기호 0과 1을 사용한다. 여기서 0은 차단상태를 표시하고 1은 투입상태를 표시하는 스위치와 같은 2단상태장치와 본질적으로 대응된다. 밑수2라고 하는 2진이라는 단어는 2를 의미하는 라틴어 《bi》에서 유래된것이다.

2진수는 두개의 기호 0과 1을 리용한다.

무게와 값

2진수체계는 무게를 가지는 체계이다. 매 수자는 그 수에서 그의 자리에 따르는 무게를 가진다. 2진수체계에서 무게는 표 B-2에서 보여 준것처럼 위치에 따라 2의 제곱으로 표시된다. 특정한 수자의 값은 그 위치와 무게를 그것의 자리값에 곱한것과 같다.

표 B-2 2진무게

위치	다섯번째	네번째	세번째	두번째	첫번째
무 게	2^4 (16)	2^3 (8)	2^2 (4)	2^1 (2)	2^0 (1)

수자의 값을 계산하기 위하여 그 위치의 무게에 매 수자를 곱하고 그 결과를 더한다. 그림 B-3은 2진수 1101의 무게화를 보여 준다. 보는바와 같이 1101은 10진수 13과 등가이다.

그림 B-3. 2진수에 실례

8진수

8진수체계는 콤퓨터프로그람이 2진수를 콤팩트형태로 표시하기 위하여 사용된다. 밑수 8이라고도 하는 술어 8진은 그리스어《octa》에서 유래된것이다. 8은 2의 제곱(2^3)이며 따라서 2진수개념을 모형화하는데 사용될수 있다. 8진수체계는 량적값을 표시하는데 여덟개의 기호 즉 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7을 리용한다.

8진수는 8개의 기호 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7을 리용한다.

무게와 값

8진수도 역시 무게체계이다. 매 8진수는 그 수자에서 그의 위치에 기초한 무게를 가진다. 8진수에서 무게는 표 B-3에서 보여 준것처럼 위치에 따르는 8의 제곱으로 된다. 매 무게에 의하여 표시된 값은 환산된 10진수로 주어 진다. 지적된 수자의 값은 그것이 위치한 무게에 그자체수를 곱한것과 같다. 실례로 세번째 위치에서 4는 4×64 혹은 256과 등가한 10진값을 가진다.

8진수의 값을 계산하기 위하여 그의 위치의 무게를 매개 수자값에 곱하고 그 결과를 더한다. 그림 B-4는 8진수 3471의 무게화를 보여 준다.

표 B-3 8진수무게

위치	다섯번째	네번째	세번째	두번째	첫번째
무 게	8^4 (4096)	8^3 (512)	8^2 (64)	8^1 (8)	8^0 (1)

그림 B-4. 8진수의 실례

16진수

술어 16진수(hexadecimal)는 그리스어의 16으로부터 유래되였다. hex는 6을, deca는 10을 의미한다. 16진수체계는 16에 기초한다. 16은 2의 제곱(2^4)이다. 따라서 8진수와 같이 16진수체계는 2진수를 콤팩트형식으로 표시한 프로그람에서 사용한다. 16진수는 자료를 표시하는데 16개의 기호 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8, 9, A, B, C, D, E, F을 리용한다.

> 16진수는 16개의 기호를 리용한다. 즉 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

무게와 값

다른것들과 같이 16진수체계는 무게체계이다. 매 수자는 수에서 그의 위치에 기초하여 무게화된다. 무게는 수자가 표시하는 값을 계산하는데 리용된다. 16진수에서 무게는 표 B-4에서 보여 준것처럼 위치에 따르는 16의 제곱으로 된다. 특정한 수자의 값 그 자리수자에 그의 위치의 무게를 곱한것과 같다. 실례로 세번째 위치에서 4는 4×256 혹은 1024에 등가한 10진수값을 가진다. 16진수의 값을 계산하기 위하여 매 수자의 값에 그의 위치의 무게를 곱하고 결과를 모두 합한다. 그림 B-5는 16진수 3,471에 대한 무게화를 보여 주었다. 볼수 있는것처럼 3,471은 10진수 13,425의 16진수등가이다.

표 B-4 16진수무게

위치	다섯번째	네번째	세번째	두번째	첫번째
무 게	16^4 (65,536)	16^3 (4096)	16^2 (256)	16^1 (16)	16^0 (1)

그림 B-5. 16진수의 실례

B. 2. 변 환

각이한 수체계는 같은 대상 즉 어떤 량에 대하여 각이한 표시방법을 보장한다. 어떤 주어 진 체계에서 인수는 다른 체계에서 그의 등가로 변환할수 있다. 실례로 2진수는 10진수로, 그 반대로 변환할수 있다. 표 B-5는 매 체계가 10진수 0부터 15까지를 어떻게 표시할수 있는가를 보여 준다. 보는바와 같이 10진수 13은 2진수 1101과 같으며 8진수 15, 16진수 D와 등가이다.

표 B-5 4개 체계의 비교

10진수	2진수	8진수	16진수
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

다른 체계로부터 10진수로의 변환

우의 론의에서 보여 준것처럼 2진수, 8진수, 16진수는 수자의 무게를 리용하여 그의 10진수등가로 쉽게 변환할수 있다. 그림 B−6은 10진수 78을 다른 세 체계로 표시된것을 보여 주었다.

그림 B−6. 다른 체계들로부터 10진수로의 변환

10진수로부터 다른 체계로의 변환

간단한 나누기방법으로서 10진수를 그의 2진수, 8진수, 16진수등가로 변환할수 있다(그림 B−7).

10진수로부터 2진수로 변환하기 위하여 2로 그 수를 나누고 결과의 나머지를 내리쓰자(1 혹은 0). 그 나머지는 최소 유효 2진수이다. 2로 나눈 결과를 또 나누고 두번째 위치에 새 나머지를 내리쓰자. 이 과정을 상이 령이 될 때까지 반복한다.

그림 B−7에서 10진수 78을 그의 2진수등가로 변환하였다. 이 방식의 유효성을 검증하기 위하여 매 위치의 무게를 리용하여 1001110을 10진수로 변환한다. 즉 왼쪽으로부터 오른쪽으로.

$$2^6 + 2^3 + 2^2 + 2^1 \Rightarrow 64 + 8 + 4 + 2 \Rightarrow 78$$

10진수로부터 8진수로 변환하는것은 그 결과는 같고 나누는 수가 2대신에 8이다. 10진수를 16진수로 변환할 때는 나누는 수가 16이다.

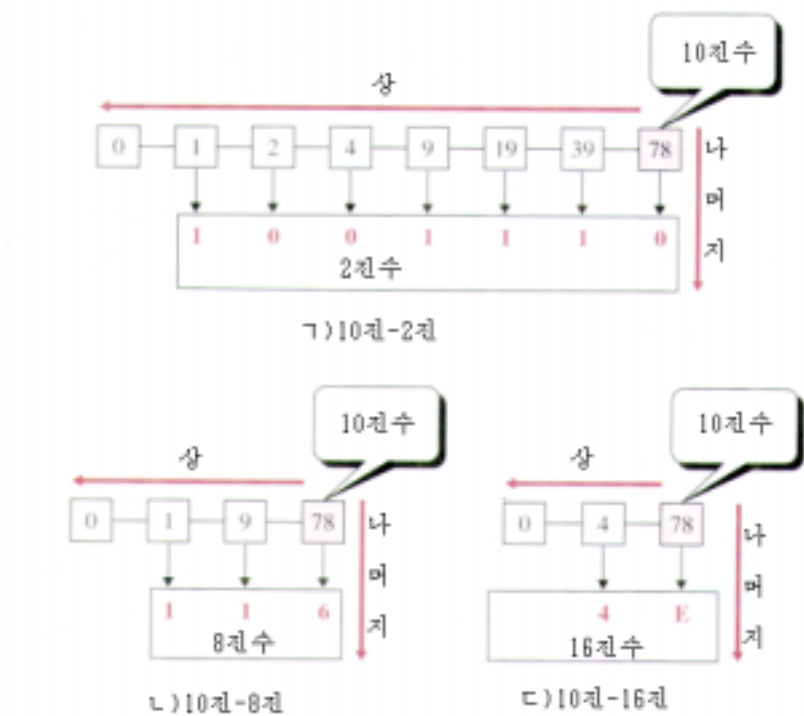



그림 B-7. 10진수로부터 다른 체계로의 변환

2진수로부터 8진수 혹은 16진수로의 변환

한 수를 2진수로부터 8진수로 변환하기 위하여 먼저 세개씩 오른쪽으로부터 왼쪽으로 2진수자들을 묶는다. 그다음 매 세개 비트를 그의 8진등가로 변환하고 3중비트아래에 그 결과를 쓴다. 이 순서대로 쓰면 원래 수의 8진등가수로 된다. 그림 B-8에서 2진수 1001110을 변환하였다.

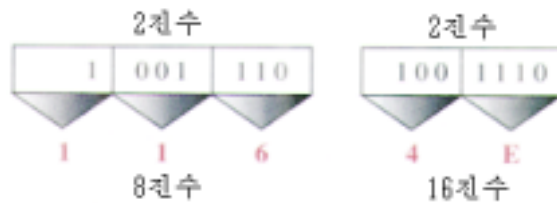



그림 B-8. 10진수로부터 8진수 혹은 16진수로 변환

2진수를 16진수로 바꾸기 위하여 마찬가지로 수자를 오른쪽으로부터 왼쪽으로 4개씩 묶는다. 이때 매 4중비트를 그의 16진수등가로 변환한다(표 B-5를 리용하시오). 그림 B−8에서 2진수 1001110을 16진수로 변환하였다.

8진수 혹은 16진수를 2진수로 변환

8진수로부터 2진수로 변환하기 위하여 우의 과정을 거꾸로 한다. 최소유효수자로부터 시작하여 매 8진수를 그의 등가적인 세 2진수자로 변환한다. 그림 B−9에서 8진수 116을 2진수로 변환하였다.

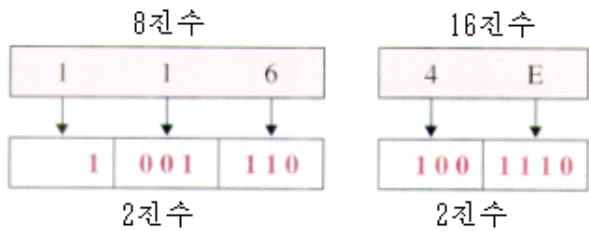



그림 B−9. 8진수 또는 16진수로부터 2진수로의 변환

16진수로부터 2진수로 변환하기 위하여 매 16진수 수자를 최소유효수자로부터 시작하여 4bit의 등가2진수로 변환하였다. 그림 B−9에서 16진수 4E를 2진수로 변환하였다.

부록 C. 2진수의 표현

2진수는 두가지 형태로 사용될수 있고 기억될수 있다. 즉 부호 붙지 않은것과 부호 붙은것. 부호 붙지 않은 수자는 + 혹은 −부호가 없으며 정의값으로만 간주한다. 부호 붙은 수자는 정일수도 있고 부일수도 있다. 부호 없는 수자들은 유일하게 한 형식으로 표시된다. 그러나 콤퓨터들은 부호 붙은 수자들을 표시하는데 세가지 각이한 형식을 리용한다. 즉 부호−크기, 1의 보수, 2의 보수 (그림 C−1을 참고).

그림 C−1. 2진수표현

C. 1. 부호 없는 수

완충기크기는 수에 대한 정보를 기억하고 표시할수 있는 공간의 크기를 제한한다. 주어 진 값에 대한 모든 본질적정보들은 그 값이 정이든 부이든 이 공간에 포함되여야 한다. 그러나 만일 한 수가 부호 없는 수라면 그것은 정인것으로 본다. 부호를 표시할 필요가 없는 경우에 모든 비트들은 수자를 표시하는데 리용할수 있다. 16bit완충기로 0(0000000000000000)과 65, 535(1111111111111111)사이의 임의의 수를 표시할수 있다(그림 C−2를 참고).

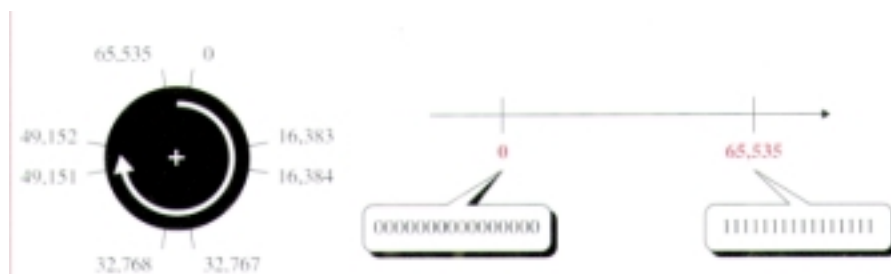



그림 C−2. 부호 없는 수

16bit대역제한을 보여 줄수 있는 다른 방법은 원을 리용하는것이다(그림 C−2를 참고). 그림에서 볼수 있는것처럼 16bit유효수자를 가지고 0부터 65,535로 계수할수 있다. 65,535에 1을 더하면 0이 된다. 그 과정을 모듈더하기라고 부른다. 일상생활에서 모듈수학의 가장 일반적인 실례는 12시까지를 가리키는 시계이다. 1에 12을 합하면 1이며 13이 아니다.

10진수로부터 부호 없는 수로

10진수값을 부호 없는 2진형태로 바꾸려면 다음의 과정을 거친다.

ㄱ) 그의 2진형태로 수들을 변화시킨다.

ㄴ) 0들로 왼쪽에 있는 빈 세포들을 다 채운다(만일16bit등록기를 리용한다면 16세포를 다 채워야 한다. 8bit등록기를 가졌다면 8세포를 채워야 한다.).

실례 C.1

76을 그의 부호 없는 수표시로 바꾸시오.

풀이

ㄱ) 76은 2진수로 1001100이다.

ㄴ) 16bit길이를 만들기 위해 0을 가해 주면 0000000001001100이 된다.

C. 2. 부호 있는 수

부호 있는 2진수의 표시는 부호 없는 수의 표시보다 더 복잡하다. 같은 비트제한이 주어 졌을 때 그 수에 부호(+ 혹은 −)를 어떻게 포함시킬수 있는가. 일반적으로 리용되는 세가지 방법이 있다(부호−크기, 1의 보수, 2의 보수).

부호−크기

부호−크기표시에서 최대 유효비트는 부호를 가리키도록 되여 있다. 만일 그 비트가 0이면 그 수는 정수이다. 만일 그 비트가 1이면 그 수는 부수이다. 이 방법의 적용은 두개의 0값을 만든다. 즉 +0(0000000000000000)과 −0(1000000000000000). 부호를 보여 주도록 한 비트를 예견하였기때문에 주어 진 비트수로 표시할수 있는 값대역은 줄어 든다. 16bit완충기가 주어 지면 한 세포는 부호비트로 되여야 하므로 수의 절대값을 표시하는데 15개만 남는다. 이것은 그림 C−3에서 보여 준것처럼 표시할수 있는 가능한 대역개수를 변화시킨다. 볼수 있는것처럼 15개만이 가능한 수자이므로 표현할수 있는 수의 대역은 −32,767부터 +32,767이다.

역시 원은 수대역을 보여 줄수 있는 유용한 방법을 준다. +0(0000000000000000)으로부터 시작하여 +32,767(0111111111111111)에 이를 때까지 값을 증가시키면서 1을 더한다. 그다음 1을 더하면 그 값을 −0(0111111111111111+1=1000000000000000)으로 변화시킨다. 1을 계

속 더해서 원을 따라 −32,767까지 온다. 다음 1을 더하면 모든 비트가 0으로 된다. 즉 0000000000000000(+0). 그리고 순환은 다시 시작된다(그림 C−3을 참고).

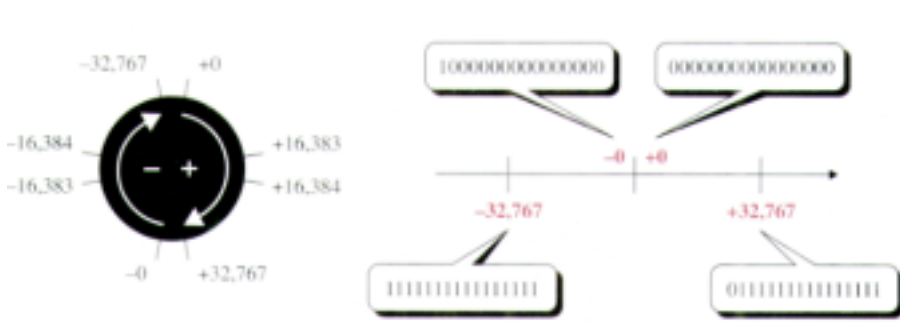



그림 C−3. 부호−크기 표시

10진수로부터 부호−크기로

10진값을 부호−크기2진수형태로 변화시키기 위하여 다음의 단계를 거친다.

ㄱ) 부호를 무시한다.

ㄴ) 그 수의 절대값을 그의 2진수형태를 변화시킨다.

ㄷ) 왼쪽에 있는 마지막하나를 제외하고 빈 세포들을 0으로 채운다(만일 16bit등록기를 가지고 있다면 15개 세포를 채워야 하며 8bit등록기를 가지고 있다면 7bit를 채워야 한다.).

ㄹ) 부호를 확인한다. 만일 그 수가 정이면 마지막세포를 0으로 채운다. 만일 그 수가 부라면 그 세포를 1로 채운다.

실례 C.2

−77을 부호−크기표시로 바꾸시오.

풀이

ㄱ) 그 절대값은 77이다.

ㄴ) 77은 2진수로 1001101이다.

ㄷ) 0들을 첨가하여 15bit길이로 만든다. 000000001001101

ㄹ) 부호는 부이므로 마지막비트 1을 첨가한다. 따라서 1000000001001101

1의 보수

1의 보수방법에서 최대 유효비트만 제외하고 모든 비트들은 부호표시에 관계된다. 1의 보수는 대칭체계이다. 즉 함수는 그의 보수와 짝을 이룬다. 한 수에 그의 보수를 더하면 0으로 된다. 한 수의 보수를 찾기 위해서는 그의 수자들을 모두 반전시킨다. 실례로 수 0000000000000001(+1)을 반전시키다면 1111111111111110(−1)을 얻는다. 이 대칭성은 0에도 확장된다. 즉 0000000000000000=+0과 1111111111111111=−0(그림 C−4 참고).

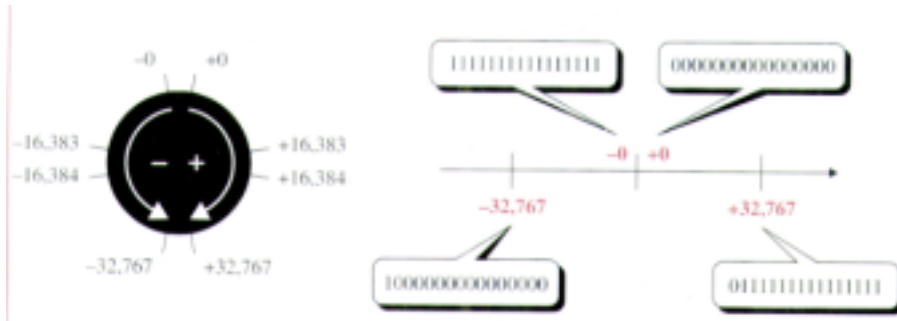



그림 C-4. 1의 보수

그림 C-4로부터 볼수 있는것처럼 이 방법에서 정의 수는 부호-크기에서와 같은 수를 리용한다(부호 없는 수 0부터 32. 767까지 같은 수로). 이 방법에서도 역시 수의 부호를 그의 최대 유효수자로 직접 표시한다(정의 수는 항상 0으로 시작하고 부의 수는 항상 1로 시작한다.). 그러나 부수의 표시는 부호-크기에서와 1의 보수에서 크게 차이난다. 1의 보수는 자료통신에서 수신된 전송의 정확도를 검사하는데 리용된다.

10진수로부터 1의 보수로

10진값을 1의 보수형태로 변환시키기 위하여 다음의 단계를 거쳐야 한다.

ㄱ) 부호는 무시한다.
ㄴ) 2진형태로 그 수의 절대값을 변화시킨다.
ㄷ) 왼쪽의 모든 빈 세포들을 0으로 채운다(만일 16bit등록기를 가지고 있다면 16세포모두를 채우고 8bit등록기를 가지고 있다면 8세포를 다 채운다.).
ㄹ) 부호를 검사한다. 만일 정이면 그대로 두고 부이면 그 수의 보수를 취한다(0은 1로, 1은 0으로 바꾼다.).

실례 C.3

-77을 1의 보수로 바꾸라.

풀이

ㄱ) 절대값은 77이다.
ㄴ) 2진수로 77은 1001101이다.
ㄷ) 16개 비트길이를 만들도록 0을 첨가하면 0000000001001101이다.
ㄹ) 부호는 부이며 따라서 그 수를 반전함으로써 ㄷ)단계에서 얻은 수를 보수취하여 1111111110110010을 얻는다.

2의 보수

2의 보수방법에서는 1의 보수에서처럼 수의 부호가 변할 때 모든 비트가 변한다. 최대 유효비트만이 아니라 전체 수가 부의 과정에 관계된다. 그러나 이때 한단계 더 첨가하

여 하나의 0만 가진 비대칭체계를 얻는다.

그림 C−5에서 볼수 있는바와 같이 0에 대한 단일표시로서 부수가 하나 더 유용하게 된다. 즉 −32,768. 이 방법에서 16bit옹근수변수는 −32,768부터 32,767까지 수를 기억할수 있다.

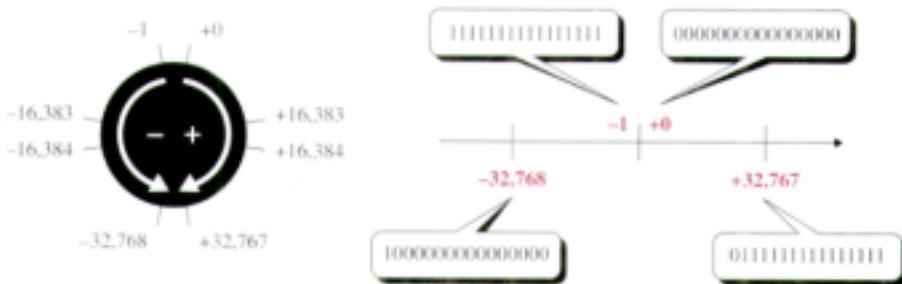



그림 C−5. 2의 보수

그림 C−5의 검토는 다른 흥미 있는 사실을 보여 준다. 2의 보수에서 0과 −1은 서로 비트별 반전이다. 그것들은 서로의 보수는 아니다. 즉 그것들을 더하여 0을 만들수 없다. 사실 0000000000000000(0) + 1111111111111111(−1)=1111111111111111(−1)이다. 같은 방법으로 +32,676과 ?32,768은 서로 반전이다. 이것은 밑에서 볼수 있는것처럼 2의 보수로서 장치준위에서 10진산수를 모방하게 한다.

10진수로부터 2의 보수로

10진수를 2의 보수형태로 바꾸기 위하여 다음의 단계를 거친다.

ㄱ) 부호를 무시한다.

ㄴ) 수의 절대값을 2진수형태로 바꾼다.

ㄷ) 왼쪽의 빈 세포들을 0들로 채운다(만일 16bit등록기를 리용한다면 16세포가 필요하고 8bit등록기를 가지고 있다면 8개 세포가 필요하다.).

ㄹ) 부호를 검사한다. 만일 정수라면 여기서 끝내고 부수라면 그 수를 보수취하고 결과에 1을 더한다. 만일 1을 더한것이 최대 유효수자에서 자리올림을 만들면 그 올림수를 버린다.

실례 C. 4

−77을 2의 보수형태로 바꾸시오.

풀이

ㄱ) 절대값은 77이다.

ㄴ) 2진수로 77은 1001101이다.

ㄷ) 16bit길이수자를 만들기 위하여 0을 덧붙이면 0000000001001101이다.

ㄹ) 부호는 부이다. 여기서 그 수를 보수취하여 1111111110110010을 얻는다. 1111111110110010에 1을 더하면 2의 보수가 얻어 진다. 즉 1111111110110011.

C. 3. 1의 보수에 대한 보충해설

1의 보수산수가 검사합계산에서 리용되기때문에 여기서 좀 더 구체적으로 1의 보수의 일부를 론의한다.

보수만들기

어떤 수의 1의 보수는 또 다른 수이다. 그 두 수의 합은 0이다. 실례로 A의 1의 보수는 −A이다. 2진수를 보수취하기 위하여 매 1을 0으로, 0을 1로 바꾼다(그림 C−6을 참고).

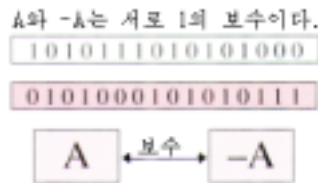



그림 C−6. 1의 보수

앞에서 언급한것처럼 이 산수에서 두개의 0이 있었다. +0과 −0, 16bit완충기에서 정의 령은 0000000000000000이고 부의 령은 1111111111111111이다.

> 1의 보수에서는 0이 두개의 값을 가진다. 즉
> +0⇒0000000000000000 −0⇒1111111111111111

두 수의 더하기

1의 보수산수에서 두 수를 더하기 위해 밑수2가 아니라 밑수10더하기에서와 같은 단계를 거친다. 한 렬에서 두 수를 함께 합한다. 아래에 네개의 간단한 규칙들로 이 과정을 보여 준다.

> 한 렬을 합하는 간단한 네개의 규칙
> 1. 만일 1이 없으면 결과는 0
> 2. 하나만 1이면 결과는 1
> 3. 둘다 1이면 결과는 1이고 다음렬에 올림수가 올라 간다.
> 4. 만일 셋이 1이면 결과는 0이고 다음 렬에 올림수가 올라 간다.

두개의 다중비트수를 합하여 이 과정을 확정한다.

> 둘 혹은 그이상렬들로 이루어 진 두 수를 더하기 위한 간단한 규칙들
>
> 1. 매렬에서 비트들을 합한다.
> 2. 만일 마지막렬에서 올림수가 생기면 결과에 1을 더한다.

그림 C-7은 마지막렬에서 올림수가 생기지 않는 1의 보수로 두 수를 더하는 실례를 보여 준다.

그림 C-7. 1의 보수로 더하기

그림 C-8은 1의 보수로 두 수를 더하는 실례를 보여 주었는데 여기서 마지막렬에서 올림수가 생겼다. 올림수는 결과에 합해 준다.

그림 C-8. 마지막렬에서 올림수를 가진 1의 보수의 더하기

앞의 론리를 따라서 만일 어떤 수에 그의 보수 A를 합하면 결과는 모두 1이며 그것은 −0과 같다(그림 C-9를 참고).

> 만일 한 수에 2의 보수를 더한다면 −0으로 되며 모든 비트가 1로 된다.

그림 C-9. 그것의 한 수에 보수를 더하기

부록 D. 푸리예해석

시누스파는 수학적으로

$$x(t) = A\sin(2\pi ft + \theta)$$

로 정의할수 있다. 여기서

$x(t)$ 는 시간 t에서 신호

A는 신호의 최대 진폭

f는 초당 주기의 개수

θ 는 신호의 위상

만일 위상밀기가 90° (π/2라디안) 이라면 같은 신호를 시누스파대신에 코시누스로 표시할수 있다.

$$x(t) = A\cos(2\pi ft)$$

실례 D. 1

집으로 오는 전기는 간단한 시누스파에 대한 좋은 실례로 된다. 최대 진폭은 거의 155V이고 그 주파수는 60Hz이다. 수학식을 쓰시오.

풀이

$2\pi f = 2\times 3.14\times 60 = 377$ rad/s

$x(t) = A\sin(2\pi ft + \theta)$=155sin(377$t$+ θ)

위상밀기는 보통 령이다.

실례 D. 2

6V축전지가 만든 전기는 주파수가 0인 직류(DC)이다. 그것을 다음 식으로 서술할수 있다. 여기서 θ 는 $-\pi$/2인데 전압이 령대신 +6V에서 시작하기때문이다.

풀이

$x(t) = A\sin(2\pi ft - \pi/2) = A\cos(2\pi ft) = A\cos(0) = A = 0$

실례 D.3

사람의 음성은 시누스파의 합성인데 매 시누스파는 자기의 주파수, 위상, 진폭을 가진다. 대역너비는 보통 300Hz와 3300Hz사이에 있다. 일반식을 주시오.

풀이

$x(t) = A_1 \sin(2\pi f_1 t + \theta_1) + A_2 \sin(2\pi f_2 t + \theta_2) + \ldots + A_n \sin(2\pi f_n t + \theta_n)$

f_1은 기본주파수이고 f_2, f_3, ⋯, f_n은 고조파이다.

D.1. 푸리예합렬

푸리예합렬은 합성주기신호를 각각 각이한 주파수와 위상을 가진 시누스파의 무한합렬로 분해할수 있게 한다. 주기적인 신호 $x(t)$는 다음과 같이 분해할수 있다.

$$x(t) = c_0 + c_1 \sin(2\pi f_1 t + \phi_1) + c_2 \sin(2\pi f_2 t + \phi_2) + \ldots + c_n \sin(2\pi f_n t + \phi_n) + \cdots$$

결수 c_0, c_1, c_2, c_3, ⋯, c_n은 단일신호의 진폭이다. 결수 c_0은 0주파수(DC성분)의 진폭이다. 결수 c_1은 원래신호와 같은 주파수를 가진 신호의 진폭이다. 결수 c_2는 원래신호의 2배주파수를 가진 신호의 진폭이다. ϕ_0은 0주파수(직류성분)를 가진 신호의 위상이다. ϕ_1은 원래신호와 같은 주파수를 가진 신호의 위상이다. ϕ_2는 원래신호의 2배주파수를 가진 신호의 위상이다.

그 진폭과 위상은 푸리예합렬공식을 리용하여 계산한다. 여기서 푸리예합렬의 증명을 줄수 없다. 다만 진폭과 위상을 어떻게 계산하는가만 언급한다. 흥미 있는 독자들은 수학책들에서 그 증명을 검증할수 있다.

계산을 간단히 하기 위하여 여기서는

$$c_n \sin(2\pi f_n t + \phi_n) = a_n \sin(2\pi f_n t) + b_n \cos(2\pi f_n t)$$

이라는 기하학적사실을 리용한다. 이것은 임의의 신호가 시누스와 코시누스성분으로 분해될수 있다는것을 의미한다. a_n과 b_n을 계산하는것은 간단하다.

$$a_0 = 1/T \int x(t)dt$$

$$a_n = 2/T \int x(t)\cos(2\pi ft)dt$$

$$b_n = 2/T \int x(t)\sin(2\pi ft)dt$$

여기서 T는 신호의 주기이고 $f = 1/T$이다.

실례 D. 4

그림 D-1의 신호의 경우에 푸리예합렬의 결수들을 구하시오.

풀이

우에서 보여 준 공식을 리용하여 다음과 같이 구한다.

$a_0=0$

$a_1=4A/\pi$　　$a_2=0$　　$a_3=-4A/3\pi$　　$a_4=0$　　⋯

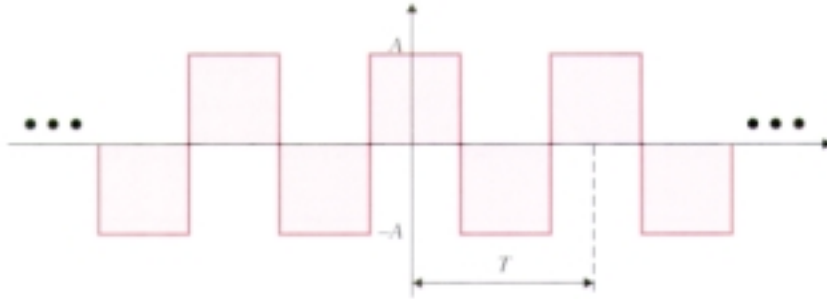



그림 D−1. 실례 D. 4

실례 D. 5

그림 D−2의 신호의 경우에 푸리에합렬의 결수를 구하시오.

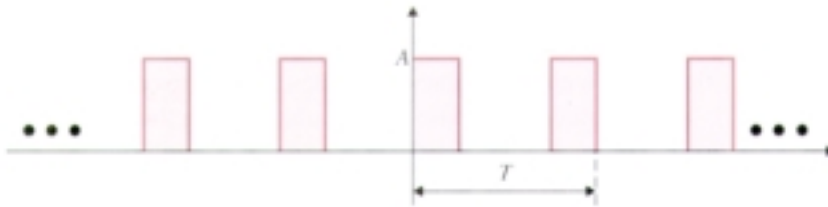



그림 D−2. 실례 D. 5

풀이

우에서 보여 준 공식을 리용하여 다음과 같이 구한다.

a_0=0.33A

a_1=0.28A a_2= −0.14A a_3= 0 a_4= 0.07A ⋯

b_1=3A/2π b_2=3A/4π b_3=0 b_4=3A/8π ⋯

실례 D. 6

그림 D−3의 신호에 대한 푸리에합렬결수를 구하시오.

풀이

우에서 보여 준 공식을 리용하여 다음과 같이 구한다.

a_0=0 a_n=0

b_1=2A/π b_2= −A/π b_3= 2A/3π b_4= −A/2π ⋯

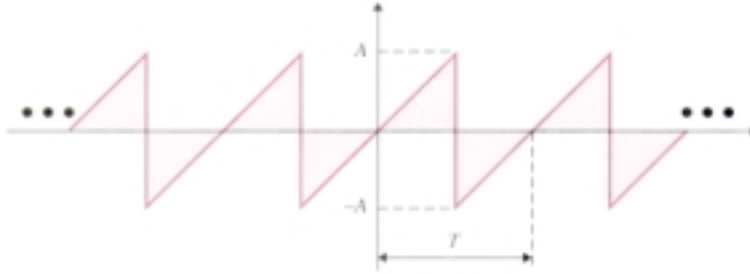



그림 D-3. 실례 D. 6

D. 2. 푸리에변환

푸리에변환은 합성주기신호를 각이한 주파수와 위상을 가진 단순시누스파의 무한합렬로 분해할수 있게 한다. 그러나 이 경우에 그 주파수들은 불련속이 아니며 련속스펙트르이다. 변환은 시간령역을 주파수령역으로 또 그 반대로 바꿀수 있다. 스펙트르가 련속이기때문에 결과는 성분들의 선으로가 아니라 주파수령역성분의 포락선이다.

포락선을 계산하기 위하여 다음의 적분이 리용된다.

$$X(f) = \int X(t)\, e^{-j2\pi ft} dt$$

$$X(t) = \int X(f)\, e^{j2\pi ft} dt$$

실례 D. 7

그림 D-4의 신호에 대한 푸리에변환을 구한다.

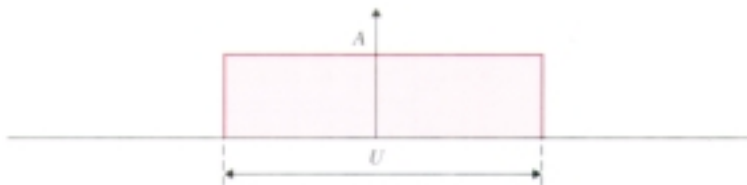



그림 D-4. 실례 D. 7

풀이

우에서 보여 준 적분을 리용하여 다음과 같이 얻을수 있다.

$$V(f) = 2A/2\pi f_0 \sin(2\pi fU/2)$$

부록 E. 오유검출을 위한 하드웨어장치

이 부록에서는 오유검출에 사용되는 장치를 설명한다. 먼저 세가지 전자장치들을 보기로 한다. 다음 이 장치들이 VRC, LRC, CRC발생기와 검사기를 만드는데 어떻게 리용되는가를 볼것이다.

E. 1. 전자장치들

여유비트검사의 발생과 해석에 리용되는 전자장치는 세개이다(XOR문, NOT분, 밀기등록기).

XOR문

배타적론리합(XOR)문은 두개의 입구와 하나의 출구를 가진 전자장치이다. XOR문은 두 비트자료를 비교한다. 만일 입구비트들이 같으면(둘다 1 혹은 0) XOR문의 출구는 0이다. 만일 그 비트들이 같지 않으면(하나는 0, 다른것은1) XOR문의 출구는 1이다. 그림 E-1은 네개의 가능한 두 비트조합이 XOR문을 통과하여 지나갈 때 그 결과를 보여 주었다.

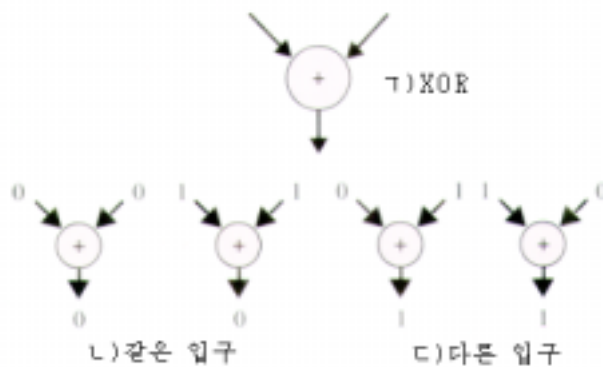



그림 E-1. XOR문

NOT문

NOT문은 하나의 입구와 하나의 출구를 가진 전자장치이다. 이름 NOT는 략어가 아니다(그것이 말하는 그대로이다.). 어떤 비트입구는 부정출구로 될것이다. NOT문은 0은 1로, 1은 0으로 변화시킴으로써 입구를 반전시킨다. 그것들은 반전기로서 기수기우성발생기에서 리용된다. 그림 E-2는 NOT문의 출구를 보여 준다.

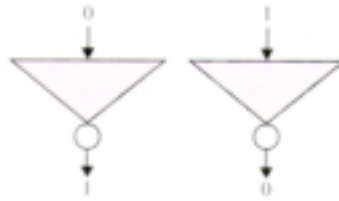



그림 E-2. NOT문

밀기등록기

등록기는 2진수기억세포들의 묶음인데 그 개개는 한 비트를 유지한다. 한 위치의 내용을 그의 오른쪽 혹은 왼쪽으로 옮길수 있는 등록기를 밀기등록기라고 부른다(그림 E-3을 참고).

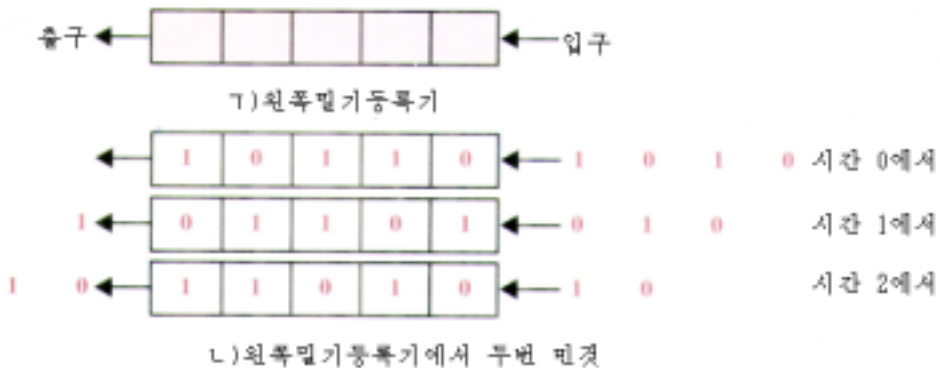



그림 E-3. 밀기등록기

밀기등록기는 시간임풀스와 련결된다. 매 임풀스수에 따라서 등록기의 내용이 왼쪽으로 한 세포 이동한다(혹은 오른쪽밀기등록기라면 오른쪽으로 이동). 매단(2진수 1 혹은 0)은 한 자리를 전진시킨다. 마지막세포의 내용은 등록기밖으로 나가고 등록기의 첫 세포에 대기렬(만일 있다면)로부터의 새 비트가 들어 온다. 그림 E-3은 왼쪽 밀기등록기를 보여 준다. 오른쪽 밀기등록기는 반대방향이라는것만 다르고 같은 방법으로 동작한다.

E. 2. 수직여유비트검사(VRC)

9장에서 학습한것처럼 수직여유비트검사(VRC)는 기수와 우수기우성검사에 사용된다. 이 절에서 VRC발생기 혹은 검사기를 만드는데 전자장치들을 어떻게 리용할수 있는가를 보자.

VRC발생기

VRC발생기는 직렬로 된 XOR문들이다. 발생기에서 문의 개수는 자료단위에서 비트수보다 하나 작다. 마지막결과는 우수기우성비트이다. 그림 E-4는 어떻게 이 과정이 진행되는가를 보여 준다. 기수기우성비트를 만들기 위해서는 마지막XOR문의 출구가 NOT문을 통하게 한다.

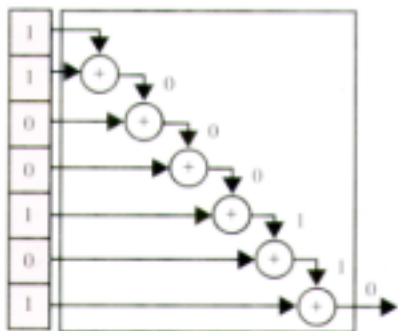



그림 E-4. VRC 발생기, 우수기우성

VRC검사기

수신단에서 VRC검사기는 기우성비트를 위하여 XOR문을 하나 더 리용한다. 그 과정은 같다. 매 XOR문의 출구는 다음 XOR문을 지나는데 여기서 그것은 자료단위의 다음 비트와 조합된다. 기우성발생에서와 같이 기수기우성검사는 마지막XOR문뒤에 NOT문 하나를 첨부한것만 제외하고는 우수기우성검사기와 일치하다. 만일 마지막출구가 령이라면 전송은 그대로이고 기우성비트는 제거되며 자료가 접수된다. 만일 출구가 1이라면 자료는 제거된다. 그림 E-5는 우수기우성VRC검사기를 보여 주었다.

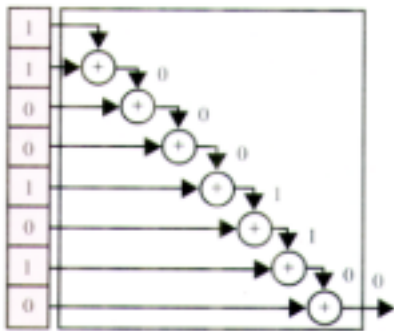



그림 E-5. 우수기우성VRC검사기

E. 3. 세로여유비트검사(LRC)

9장에서 학습한것처럼 세로여유비트검사(LRC)는 가장 효률 높은 오유검사에 사용된다. 이 절에서 어떻게 LRC발생기와 검사기를 만드는가를 보자.

LRC발생기

그림 E-6은 어떻게 LRC가 계산되는가를 보여 준다. 최소 유효비트를 함께 조합하여 그것들의 기우성을 구한다. 그다음 두번째 비트를 조합하여 그것들의 기우성을 구한다. LRC의 마지막비트는 LRC자료단위의 기우성비트이며 블로크에서 모든 VRC기우성비트들에 대한 기우성비트이다.

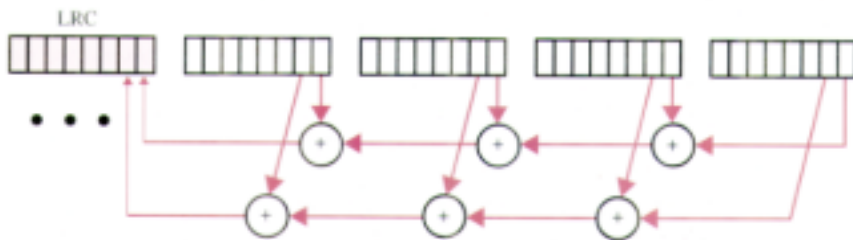



그림 E-6. LRC발생기

LRC검사기

LRC검사기는 LRC발생기처럼 동작한다. 그러나 추가적인 XOR문이 요구된다. 그림 E-7은 LRC검사기를 보여 준다.

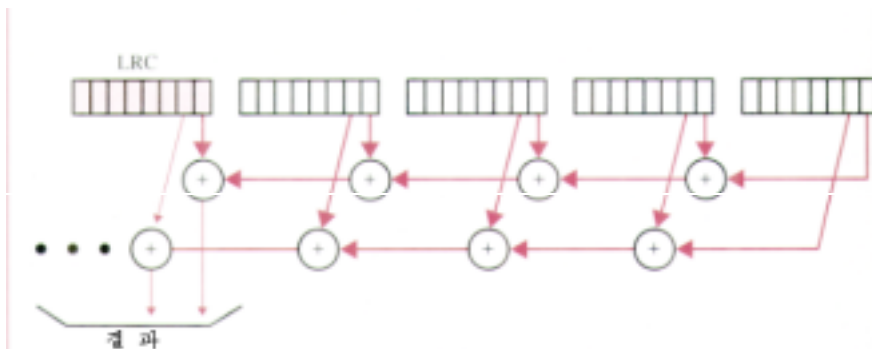



그림 E-7. LRC검사기

E. 4. 주기적여유비트검사(CRC)

9장에서 학습한것처럼 주기적여유비트검사(CRC)는 VRC 혹은 LRC보다 더 효과적이다. 이 절에서 CRC발생기는 검사기를 어떻게 만드는가를 보여 준다.

CRC발생기

주어 진 다항식으로부터CRC발생기를 설계하는것은 다음 단계를 거쳐서 쉽게 할수 있다.

- 그 다항식을 N+1크기의 나누는수로 변화시킨다(N은 다항식의 차수이다.).
- 크기가 N인 밀기등록기를 만든다.
- 밀기등록기세포가 비트들사이에 배치되도록 나누는수와 정돈한다.
- 제일 왼쪽 비트를 제외하고 나누는수에 1이 있는곳에 XOR를 배치한다.
- 제일 왼쪽 비트로부터 XOR까지 귀환결합을 만든다.
- 자료와 발생된 CRC출구를 절환하는 스위치를 덧붙인다.

그림 E−8은 ITU−T다항식으로 유도된 CRC발생기를 보여 준다.

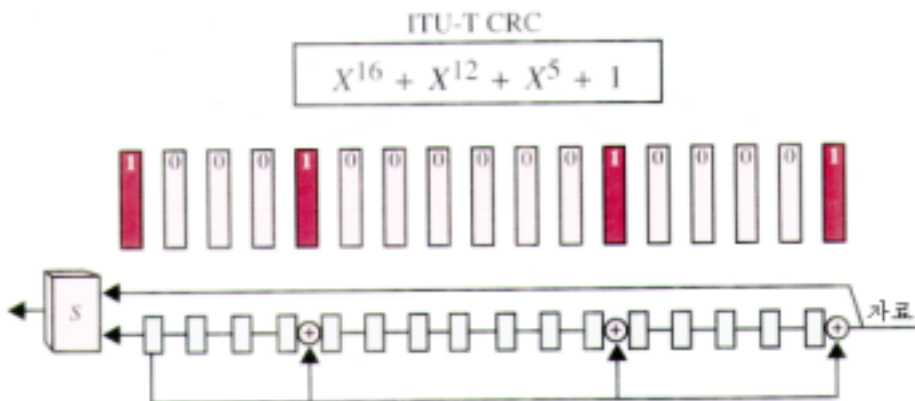



그림 E−8. 다항식으로부터 CRC발생기로

비트들의 한조는CRC발생기를 통하여 스위치로 간다. 다른것은 스위치로 직접 보낸다. 스위치는 계수기를 리용하여 먼저 자료를 보내고 다음에 CRC를 보낸다. 그림 E−9에 CRC나머지 발생기를 보여 주었다. 매행은 XOR문들이 두 비트를 함께 합한다. 이 동작후에 모든 비트들은 왼쪽으로 한 자리 옮겨 진다. 마지막행은 밀기등록기에서 CRC나머지를 보여 준다.

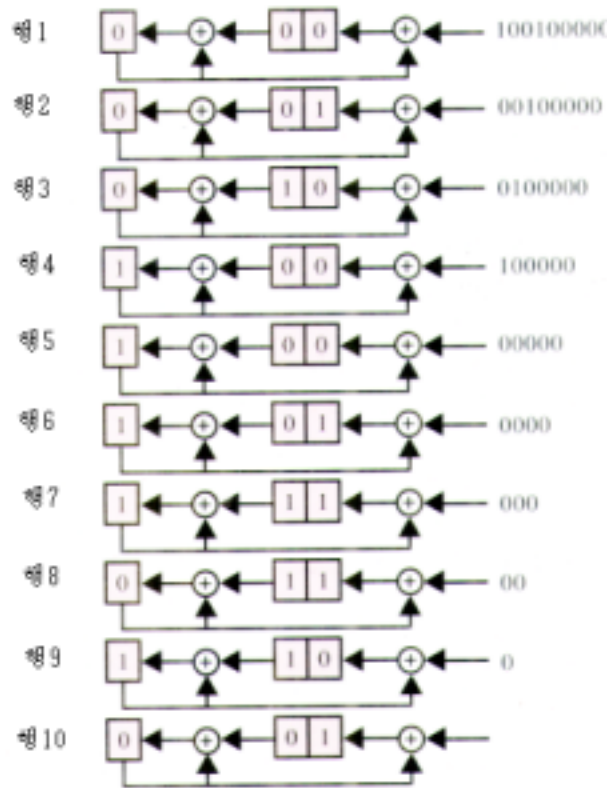



그림 E−9.   CRC발생기의 실례

CRC검사기

수신단에서 CRC하드웨어는 수신된 자료의 정확성을 검토하기 위하여 자료와 CRC를 포함하는 전체 묶음을 검사한다는것만 제외하고는 같은 방법으로 동작한다(그림 E−10).

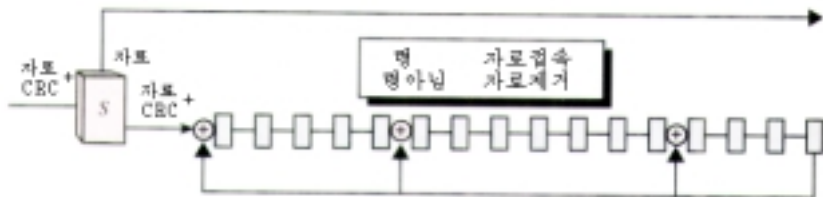



그림 E−10.   CRC검사기

부록 F. 하프만부호화

ASCII는 고정된 길이부호이다. 매 ASCII문자는 일곱개 비트로 구성된다. 문자길이는 변하지 않는다. 문자 E가 문자 Z보다 더 자주 발생한다고 하여도 주어 진 부호에서 둘다 같은 개수의 비트로 배렬된다. 이 일관성은 모든 문자가 최대 비트개수를 리용하며 부호화된 통보문이 길어 지게 한다는것을 의미한다.

그러나 하프만부호화는 보다 효률이 높은 부호화이다. 이 구조에서는 드물게 발생하는 문자의 부호길이보다 자주 발생하는 문자의 부호길이를 더 짧게 한다. 실례로 영어에서 가장 흔하게 발생하는 두 문자인 E와 T는 각각 한 비트로 배당한다. A, I, M, N은 E와 T보다는 적게 출현하기때문에 두 비트를 배당하였다. C, G, K, R, S, U, W는 다음으로 자주 출현하므로 세 비트를 할당하였다. 본문의 주어 진 부분에서 일부 문자들만이 최대 길이비트를 요구한다. 따라서 전송의 전체 길이는 고정된 길이부호화보다 짧다.

그러나 매 문자와 관련한 패턴이 우연으로 배당되면 난관이 생긴다. 그림 F-1의 실례를 보자. 실례에서 문자들의 개수를 전체 문자모임중에서 몇개만으로 제한하여 론증을 쉽게 하도록 하였다.

그림 F-1. 문자들의 빈도에 기초한 비트배당

볼수 있는것처럼 매 문자는 단일비트패턴으로 표시되고 개별적으로 있을 때는 쉽게 구별된다. 그러나 이 문자들이 자료렬로 이루어 질 때 어떤 현상이 일어 나겠는가? 그림 F-2는 가능한 결과를 보여 준다. 예견된 문자비트길이가 없다면 수신기는 부호들을 인식할수 없다.

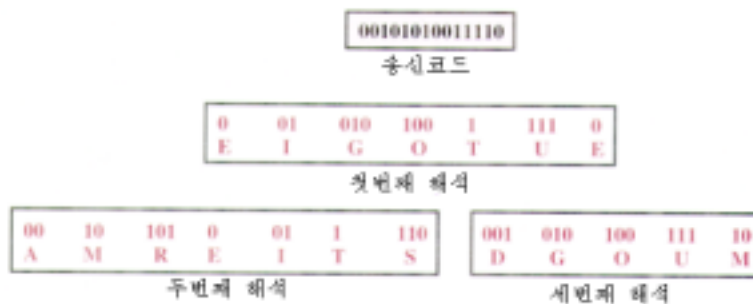



그림 F-2. 전송된 자료의 다중해석

하프만부호화는 압축부호의 비트수에서의 우점을 유지하면서도 이 모호성을 극복하도록 설계되였다. 표시되는 문자의 빈도에 기초하여 부호의 길이를 변화시킬뿐아니라 매 문자부호는 다른 부호의 앞붙이로 되지 않는 그러한 방법을 선택한다. 실례로 세 비트부호는 넷 혹은 다섯비트부호의 첫 세 비트와 같은 패턴으로 되지 않는다.

F. 1. 부호

우의 실례에서의 문자모임을 리용하여 하프만부호를 어떻게 만드는가를 검토하자. 매 문자에 비트패턴을 할당하기전에 그것의 사용빈도에 기초하여 매 문자에 무게를 할당한다. 실례에서 본문에 문자 E의 빈도가 15%, 문자 T의 빈도가 12% 등으로 하자(그림 F-3을 참고).

E = 15	T = 12	A = 10	I = 08	M = 07	N = 06	C = 05
D = 05	G = 04	K = 04	O = 03	R = 03	S = 02	U = 02

그림 F-3. 문자무게

일단 매문의 무게를 확증하면 그 값에 기초하여 나무를 만든다. 이 나무구축과정을 그림 F-4에서 보여 준다. 그것은 다음의 세 단계를 거친다.

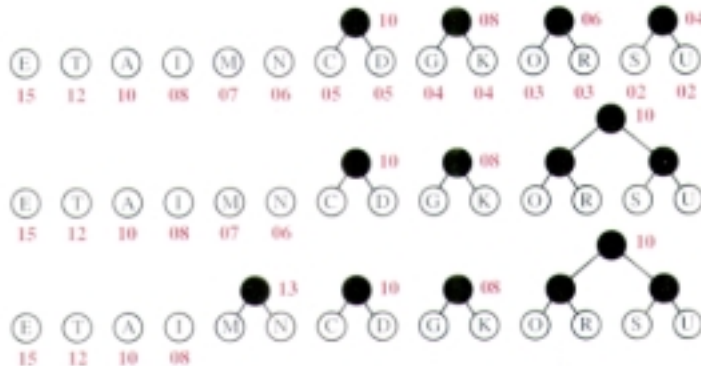



그림 F-4. 하프만나무, 부분 1

1. 먼저 빈도가 높은 쪽으로부터 낮은 쪽으로 가면서 순서대로 한 행에 전체 문자를 배치한다. 매 문자는 나무잎준위에서의 마디이다.
2. 다음 제일 작은 결합빈도무게를 가진 두 마디를 찾고 그것들을 결합하여 세번째 마디를 형성함으로써 간단한 두 준위나무를 만든다. 새 마디의 무게는 원래 두 마디의 결합무게이다. 나무잎 웃준위인 이 마디는 다른 마디들과 결합되는것이 적당하다. 선택된 두 마디의 무게의 합은 어떤 다른 가능한 결합보다 더 작아야 한다는것을 주목해야 한다.
3. 매 준위에서 모든 마디가 단일나무로 결합될 때까지 단계 2를 반복한다.

그림 F−4는 이 과정의 일부를 보여 준다. 그림의 첫행은 값이 내려 가는 순서로 배렬된 원래문자들을 표시하는 잎준위마디를 보여 준다. 제일 작은 값을 가진 두 마디를 찾고 그것을 결합시킨다. 보는바와 같이 이 과정은 새 마디를 만든다(검은 원으로 표시하였다.). 이 새 마디의 출현값은(무게) 두 마디의 무게의 합과 같다. 첫행은 4개의 결합된 마디를 보여 준다.

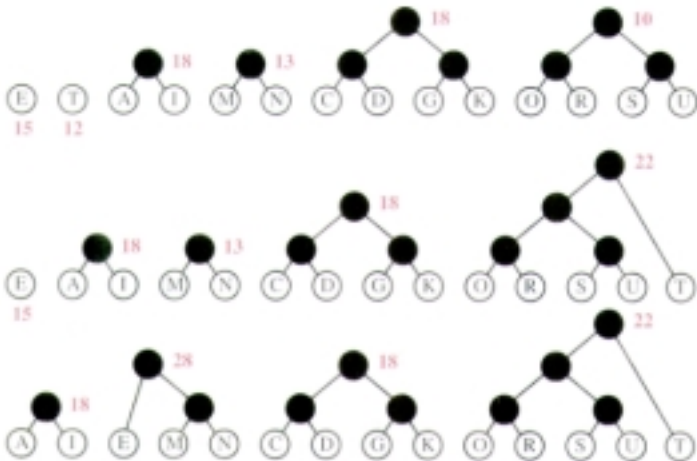



그림 F−5. 하프만나무, 부분 2

그림 F−6. 하프만나무, 부분 3

두번째 행에서 제일 작은 값을 가진 마디들은 문자 그자체 가운데서가 아니라 문자로부터 웃준위에서 볼수 있다. 그것은 잎우의 두 준위마디로 그것들을 결합하였다. 세번째 행에서 최소값마디는 값이 8(I)이고 두번째로 작은 값은 10이다. 그러나 세개의 10이 있다. 하나는 잎준위(A), 다른것은 잎들의 웃준위(C−D), 또 다른것은 잎들의 두 웃준위(O−R−S−U). 어느것이 선택되겠는가? 10들중 8과 린접한것을 선택한다. 이것은 가지들이 교차하지 않게 하며 나무의 명료성을 유지하게 한다.

보다 높은 값마디가 낮은 값과 린접해 있다면 마디를 다시 배렬한다(그림 F−5를 참고). 그림에서(세번째 행) 나무의 왼쪽에서 문자 T를 오른쪽으로 움직여서 그쪽의 마디와 결합시켰다. 같은 목적으로 문자 E를 움직였다.

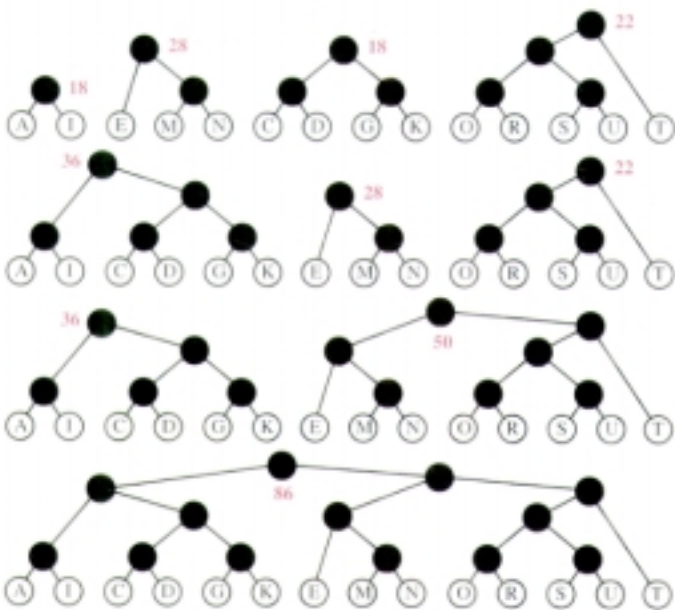



그림 F−6은 그 과정의 일단을 보여 준다. 보는것처럼 결합된 나무는 뿌리준위에서 단일마디로 되였다(86의 값을 가지고).

F. 2. 부호배당

일단 나무가 완성되면 매 문자에 부호를 배당하는데 그것을 리용한다. 먼저 매 가지에 비트값을 배당한다(그림 F−7을 참고). 뿌리(정점마디)로부터 시작하여 왼쪽가지에 0을, 오른쪽가지에 1을 배당하고 매 마디에서 이 패턴을 반복한다. 어느 가지가 0이 되고 어느 가지가 1이 되겠는가는 배당이 나무전체에 걸쳐서 일관하게 하는 조건에서 설계자가 결정한다.

그림 F−7. 부호배당

문자들의 부호는 뿌리에서 시작하여 그 문자를 이끄는 가지를 따라 가면서 구해 진다. 부호 그자체는 순서대로 취한 행로의 매 가지의 비트값이다. 실례에서 례컨대 A=000, G=0110 등이다. 매 문자에 대한 부호와 문자의 빈도는 표 F−1에서 보여 주었다. 보는것처럼 매 부호는 임의의 다른 부호의 앞붙이로 되지 않으며 그것은 매개가 뿌리로부터 각이한 경로를 따라서 얻어 졌기때문이다. E, T, A, I문자를 표시하는 세 비트부호는 그 어떤 넷 또는 다섯비트부호의 첫 세개 비트와도 일치하지 않으며 네개 비트부호는 임의의 다섯비트부호의 첫 네 비트와 일치하지 않는다.

표 F-1 부호배당표

문 자	빈도수	코드	문 자	빈도수	코드
E	15	100	D	5	0101
T	12	111	G	4	0110
A	10	000	K	4	0111
I	8	001	O	3	11000
M	7	1010	R	3	11001
N	6	1011	S	2	11010
C	5	0100	U	2	11011

F. 3. 해신

이 형식으로 부호화된 통보문은 다음의 과정을 리용하여 모호성이 없이 해석할수 있다.

1. 수신기는 수시된 첫 세개 비트를 기억기에 기억하고 세 비트부호중의 하나와 맞추어 본다. 만일 일치되는것을 찾으면 그 문자는 선택되고 세 비트는 제거된다. 수신기는 그다음 세 비트를 가지고 이 단계를 되풀이한다.
2. 만일 같은것을 찾지 못하면 수신기는 그 렬에서 다음 비트를 읽고 그것을 첫 비트에 합한다. 네 비트부호가운데서 꼭 같은것을 찾으려고 한다. 만일 꼭 같은것을 찾으면 해당한 문자는 선택되고 그 비트들을 제거한다.
3. 만일 꼭 같은것을 찾지 못하면 수신기는 렬에서 다음 비트를 읽고 다섯비트부호중에서 다섯비트가 모두 같은것을 찾으려 한다. 만일 찾으면 문자는 배당되고 그 비트들은 제거된다. 만일 없으면 오유가 제시된다.

그림 F-8을 비트렬과 수신기에 의한 그 해석을 보여 준다. 수신기는 첫 세 비트(110)를 읽고 세 비트부호가운데서 꼭 같은것이 있는가 본다. 같은것을 찾지 못하고 다음 비트(1)를 더 읽는다. 비트렬1101을 네 비트부호의 꼭 같은것이 있는가를 본다. 역시 찾지 못하면 다음 비트(0)를 더하고11010과 다섯비트부호를 비교한다. 11010은 S를 표시하는것으로 된다. S가 선택되고 이 다섯비트는 버리고 그 과정을 다음 세 비트(101)를 가지고 다시 시작한다.

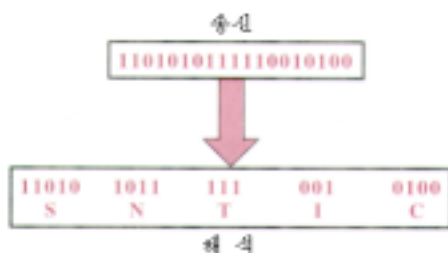



그림 F-8. 명백한 전송

부록 G. LZW(Lempel Ziv−Welch)압축방법

자료를 압축하는 LZW방법은 Abraram Lempel과 Jacob Ziv(Lempl−Ziv방법)가 처음으로 제안한 방법의 진화이다. 후에 그 알고리듬은 두 창시자들에 의하여 개선되였다(LZ77과 LZ78이라고 불리운다.). Terry Welch가 그 알고리듬을 더 변형하였고 그것을 지금은 LZW(Lempl−Ziv−Welch)방법이라고 부른다.

여기에서는 대학생들과 독자들을 위하여 매우 간단한 변종을 서술한다. 많은 세부를 생략하였다.

이 방법의 좋은 점은 전체 본분이 완전히 재현될수 있는 무손실압축방법이라는것이다. 그 방법은 하프만부호화보다 때때로 더 좋다.

G. 1. 압축

송신기측에서의 압축은 다음의 구성성분을 가진다. 즉 사전, 완충기, 알고리듬이다.

사전

압축, 압축해제를 하기 위하여 LZW는 두 행(혹은 렬)으로 된 사전을 리용하였다. 첫 행은 부호를 정의한다. 두번째 행은 부호에 대응하는 렬을 정의한다.

압축을 시작하기전에 사전은 본문에서 자모순문자들의 묶음만 가지고 시작한다. 실례로 만일 본문이 세개 기호 A, B, C만으로 구성되였다면 초기사전은 3개 렬만 가지며 그것은 본문이 압축되거나 압축해제되는데 따라 커지게 된다(표 G−1을 참고).

표 G−1 세개 기호본문에 대한 초기사전

1	*2*	*3*				
A	B	C				

완충기

LZW는 완충기를 리용한다. 기호는 하나씩 완충기의 한쪽으로 들어 온다. 그 렬은 사전으로 변환되고 해당한 부호가 아래에서 설명한 알고리듬에 따라 송신된다. 그림 G−1은 완충기를 보여 준다.

그림 G-1. 압축싸이트에서 완충기

압축알고리듬

그림 G-2는 압축알고리듬에 대한 흐름도를 보여 준다.

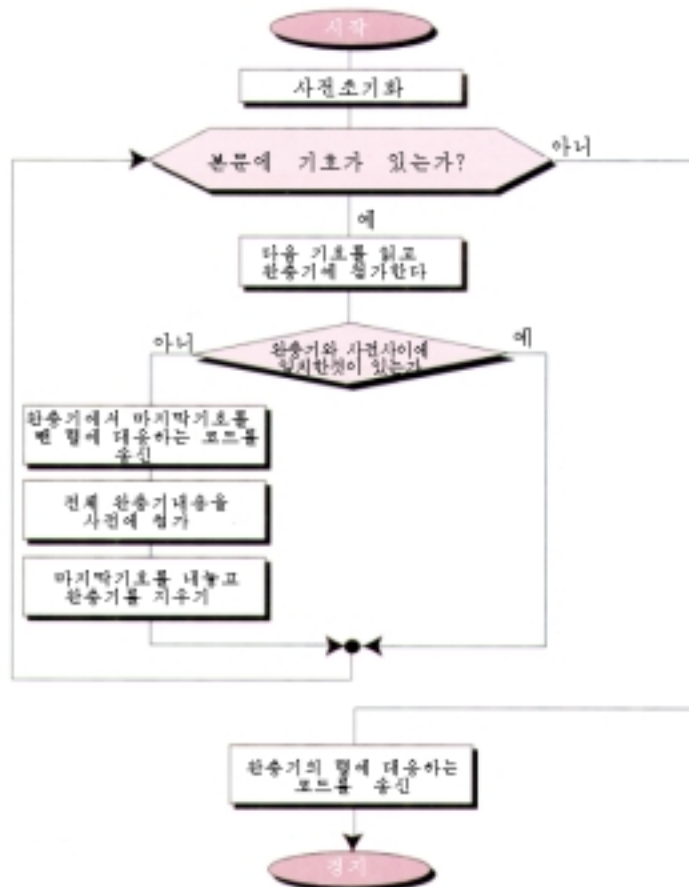



그림 G-2. 압축알고리듬

이 알고리듬은 매우 단순한 변종으로서 입구를 가장 긴 렬과 맞추려고 한다. 이를 위하여 입구렬에서 하나씩하나씩 기호들을 읽고 그것을 완충기에 기억한다. 매번 읽기때 일치되는 렬을 사전에서 찾을수 있는가 검사한다. 찾았다면 그이상 기호들을 읽으려 한다. 만일 하나의 기호를 더 읽은후에 맞는것이 없다면 그 과정은 마지막기호를 내놓고 렬에 해

당한 부호를 보낸다. 그것은 사전에서 찾을수 있다는것을 담보한다. 다음은 사전에 전체 렬을 합한다(후에 리용하기 위하여). 마지막기호만 제외하고 완충기를 깨끗이 지우는데 그것은 마지막기호가 아직 송신되지 않았기때문이다. 마지막문자는 다음 렬의 부분으로 완충기에 남아 있다.

압축실례

그림 G-3은 LZW방법을 리용하는 압축실례를 보여 준다. 입구 BABACABABA는 21435로 압축된다. 그 과정은 다음과 같다.

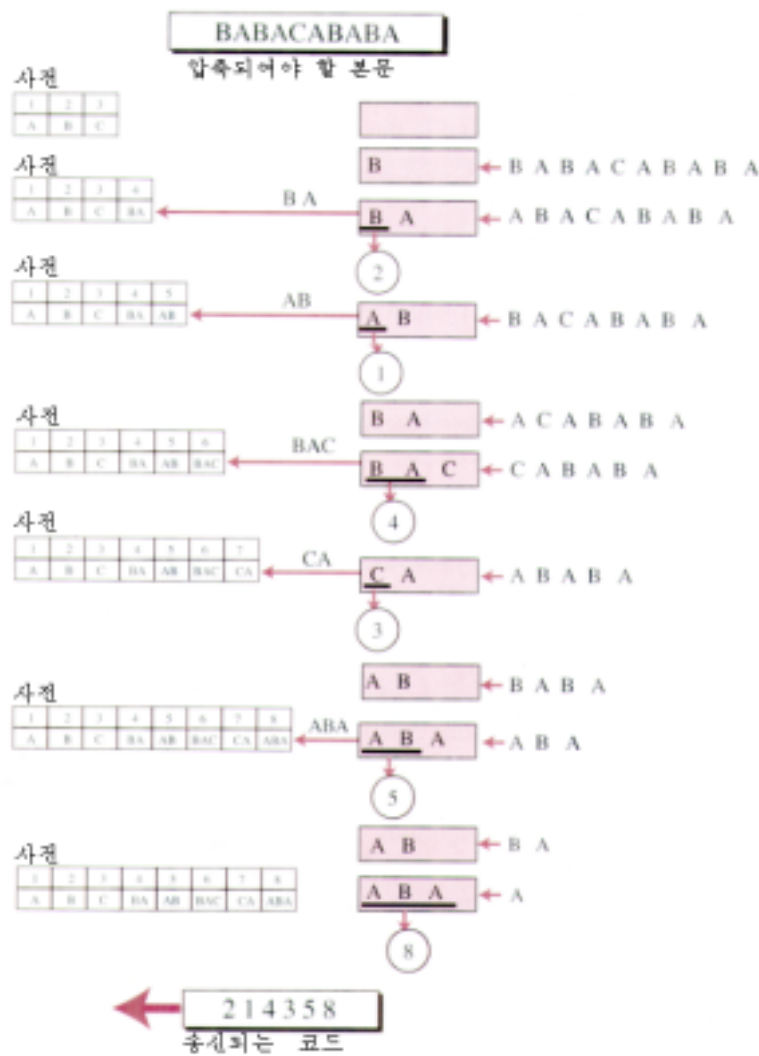



그림 G-3. 압축실례

- 사전은 세 기호(이 실례에서 A, B, C)로 시작한다. 완충기는 비여 있다.
- 본문의 첫 기호 B가 완충기에 들어 온다. 이 기호는 이미 사전에 있었으므로 알고리듬은 다음 단계로 계속된다.
- 두번째 기호 A가 완충기에 들어 온다. 렬 BA는 사전에서 찾을수 없다. 렬 B(마지막기호가 없는것)는 2로 부호화되여 보내진다. 렬 (BA)은 사전에 첨부되고 완충기는 B를 지운다(완충기에 A만 남는다.).
- 세번째 기호(B)가 완충기에 들어 온다. 렬 AB는 사전에서 찾을수 없고 따라서 A는 1로 부호화되여 보내진다. 렬 AB는 사전에 첨부되고 완충기는 A를 지운다(완충기에 B만 남는다.).
- 네번째 기호(A)가 완충기에 들어 온다. 렬 BA는 이미 사전에 있었기때문에 알고리듬은 다음 단계를 계속한다.
- 다섯번째 기호(C)가 들어 온다. 렬 BAC는 사전에서 찾을수 없다. 따라서 BA는 4로 부호화되여 송신된다. 렬 BAC는 사전에 첨부된다. 완충기는 부호화되여 송신된것을 지워 버린다(BA). 완충기에 남는것은 C이다.
- 여섯번째 기호(A)가 들어 온다. 렬 CA는 사전에 없다. 때문에 C는 3으로 부호화되여 송신된다. 렬 CA는 사전에 첨부된다. 완충기는 부호화된것(C)을 지워 버린다. 완충기에 남는 기호는 A만이다.
- 일곱번째 기호(B)가 들어 온다. 렬 AB는 사전에 있다.
- 여덟번째 기호(A)가 들어 온다. 렬 ABA는 사전에 없다. 그래서 AB는 5로 부호화되고 송신된다. 렬 ABA는 사전에 첨부된다. 완충기는 부호화된것(AB)을 지워 버린다. 완충기에 남는 기호는 유일하게 A이다.
- 아홉번째 기호(B)가 들어 온다. AB렬은 사전에 있다.
- 열번째 기호(A)가 들어 온다. 렬 ABA는 사전에 있다. 그리하여 알고리듬은 다음 단계로 넘어 가려고 하나 기호가 더는 없다. 알고리듬은 순환을 끝내고 렬 ABA에 해당한 부호를 송신한다(부호 8).

G. 2. 압축해제

수신기싸이트에서 진행되는 압축해제과정은 압축과정과 같은 구성을 리용한다.

사전

대단히 흥미 있는 점은 압축과정에 만든 사전을 보내지 않는것이다. 대신에 사전은 수신기싸이트에서 창조되는데 놀랍게도 그것은 송신측에서 생성한 사전과 꼭 같은것으로 된다. 다른말로 사전정보는 전송된 부호에 그 어떤 방법으로 섞여 있는것이다.

완충기

압축해제과정은 두개의 완충기를 리용한다. 도착한 부호는 해신되고 결과적인 기호는

주완충기에 한번에 하나씩 들어 가기전에 일시적완충기에서 유지된다(그림 G−4를 참고).

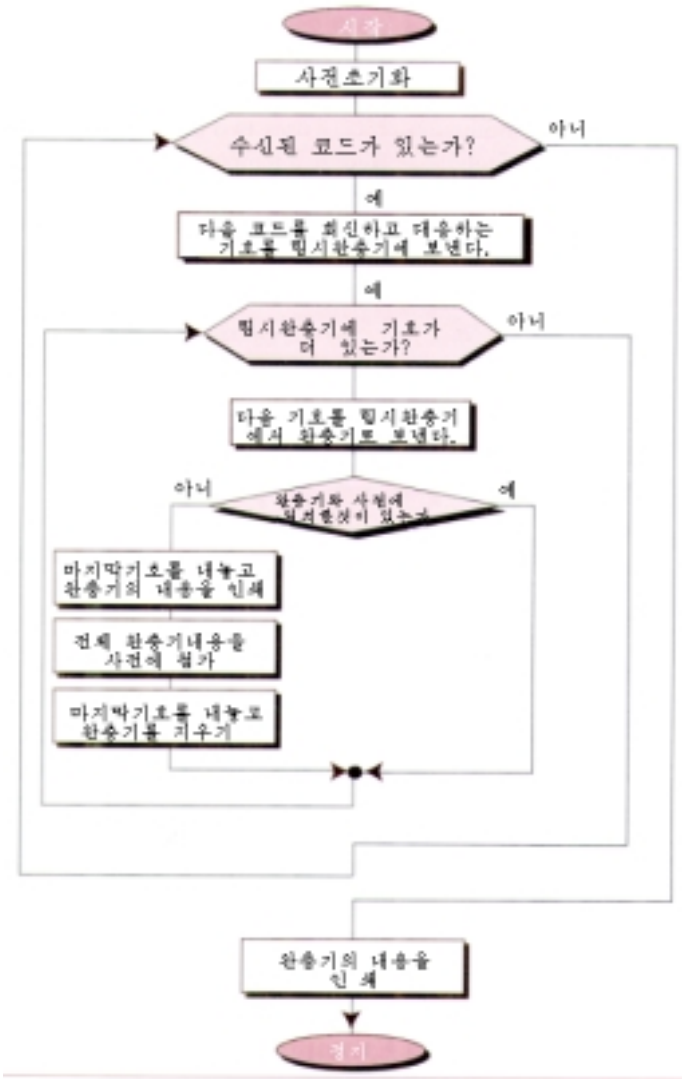
그림 G−4. 압축해제싸이트에서 완충기

압축해제알고리듬

그림 G−5. 압축해제알고리듬

그림 G-5는 압축해제알고리듬에 대한 흐름도를 보여 준다. 이 알고리듬은 두 순환고리를 가지고 있다. 매 단계에서 첫 고리는 수신된 부호를 해신하고 일시완충기에 결과기호를 보낸다. 두번째 고리는 일시적완충기에서 하나씩 기호를 읽고 종국적으로 압축알고리듬을 수행한다. 이렇게 하여 일시적완충기는 압축알고리듬의 입구렬을 보장한다. 알고리듬은 들어 오는 부호를 해신하는 사전을 점차적으로 구축한다. 그 알고리듬에서 흥미 있는 점은 어떤 부호가 수신되기전에 이미 거기에 특별한 부호를 해신하는데 필요한 사전인 입점이 있다는것이다. 다른말로 앞의 부호는 항상 부호를 위해 사전을 준비한다.

압축해제 실례

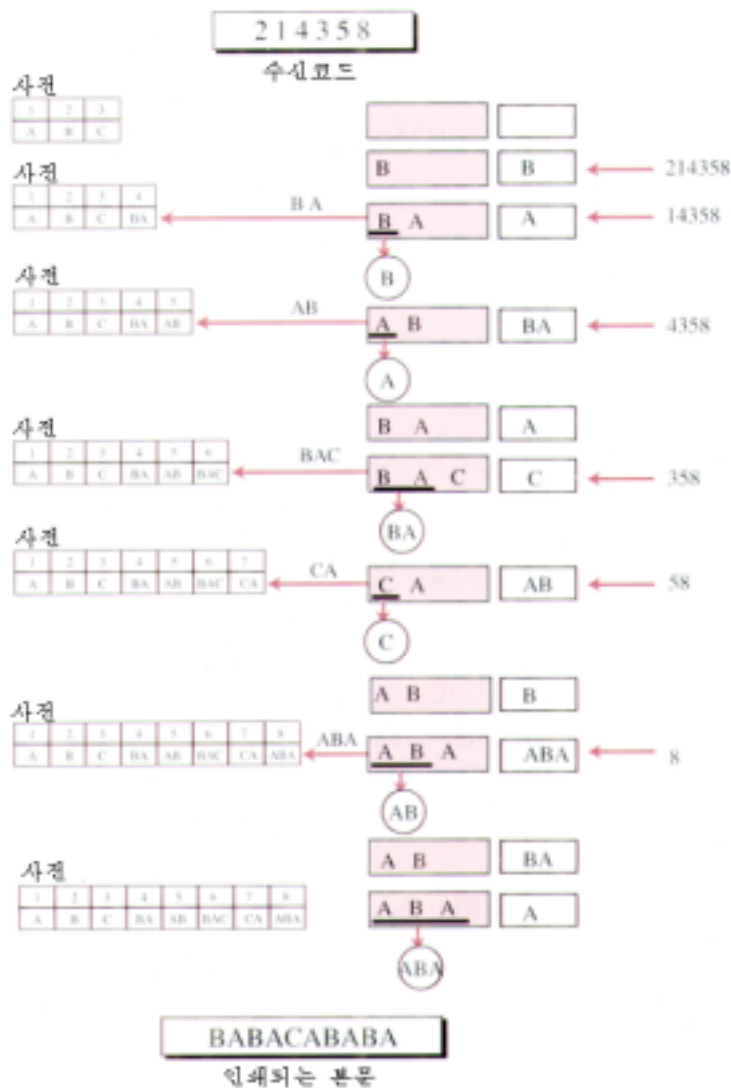



그림 G-6. 압축해제실례

그림 G-6은 압축해제의 실례를 보여 준다. 압축실례에서 송신기가 보낸 같은 부호를 리용하고 손실없이 원래본문을 얻을수 있는가를 보기로 한다. 그 과정은 압축과 거의 같다.

- 사전은 이 실례에서 사용한 세 기호를 가지고 시작한다. 완충기와 일시완충기는 비여 있다 .
- 먼저 부호(2)가 해신되고 해당한 기호 (B)가 일시완충기에 들어 온다. 완충기는 이 기호를 읽는다. 그 렬은 사전에 있다.
- 두번째 부호(1)가 해신되고 해당한 기호(A)가 일시완충기에 들어 온다. 완충기는 그것을 읽는다. 렬 BA는 완충기에 있다. 기호 B는 인쇄된다. 전체 렬 BA는 사전에 첨부된다. 완충기는 B를 지운다. 다만 기호 A만이 남는다.
- 일시완충기는 비여 있다. 다음 부호가 해신된다. 다음 부호는 4이며(앞단계에서 그것이 들어 왔기때문에 이미 4에 해당한 인입점이 있었다는것을 주목해야 한다.) 그것은 BA로 해신된다. 그 렬은 일시완충기에 들어 간다. 완충기는 첫 문자만 읽으며 완충기내용에 이것을 덧붙인다. 결과는 AB이다. 그 부호는 사전에 없다. 그리하여 A는 인쇄되고 AB는 사전에 첨가된다. 완충기는 A를 지운다. 유일하게 남는 기호는 B이다.
- 나머지 과정도 류사하다.

부록 H. 다음세대 TCP/IP규약묶음 IPv6과 ICMPv6

TCP/IP규약묶음에서 망층규약은 현재 IPv4이다(호상망결합규약 변종4). IPv4는 인터네트에서 체계들사이에서 호스트-호스트통신을 보장한다. 비록 IPv4가 잘 설계되였다고는 하지만 자료통신은 1970년에 IPv4의 발단이래 점차 발전하여 왔다. IPv4는 다음과 같은것을 포함하여 빨리 장성하는 인터네트에 비하여 적당하지 않은 일부 결함을 가지고 있다.

- IPv4는 다섯개 부류(A, B, C, D, E)로 분류된 두 준위주소구조(망식별과 두 콤퓨터식별)를 가지고 있다. 이러한 주소공간사용은 비효률적이다. 례컨대 A부류주소를 기구가 승인하였을 때 주소공간에서 1천 8백만주소가 기구의 독점적리용에 배당된다. 만일 기구가 C부류 주소로 된다면 다만 256개 주소가 이 기구에 배당되며 그것은 충분하지 못한것으로 될수 있다. 또한 D와 E부류에서 백만개 주소는 랑비로 된다. 이 주소화방법은 IPv4의 주소공간을 다 리용하였으며 인터네트와 련결되고 싶어 하는 어떤 새 체계에 할당할수 있는 그 어떤 주소도 보장하지 못한다. 비록 부분망과 상위망전략이 주소화문제의 일부를 완화시켰지만 부분망과 상위망은 앞장들에서 본것처럼 복잡한 경로조종문제를 제기한다.
- 인터네트는 실시간 음성과 비데오전송을 수용하여야 한다. 이런 전송은 최소 지연방법을 요구하며 IPv4설계에서는 보장되지 않은 자원예약을 요구한다.
- 인터네트는 일부 응용들에 대하여 자료의 암호화와 인증을 수용하여야 한다. 암호화와 인증은 IPv4에서 보장되지 않는다.

이 난관을 극복하기 위하여 IPv6(호상망결합규약변종6) 또는 Ipng(호상망결합 다음세대)가 제한되였으며 지금은 그것이 규격으로 되였다. IPv6에서 인터네트규약은 보다 많이 변경되여 인터네트의 예상치 않은 장성을 수용하게 되였다. IP주소의 형식과 길이는 파케트형식에 따라 변화되였다. ICMP과 같은 련관된 규약들도 역시 변형되였다. ARP, RARP, IGMP와 같은 망층에서의 규약들이 ICMP규약에서 없을수도 있고 포함될수도 있다. RIP, OSPF와 같은 경로조종규약들은 이 변화들을 받아 들일수 있게 약간 변경되였다. 통신전문가들은 IPv6과 그것과 관련된 규약들이 현재의 IP변종과 교체될것이라고 예견하고 있다. 이 장에서는 IPv6에 대한것을 먼저 보고 그다음 ICMPv6을 론의할것이다.

H. 1. IPv6

다음세대의 IP 혹은 IPv6은 IPv4에 비하여 일부 우점을 가지고 있다.

- **보다 큰 주소공간** IPv6의 주소는 128bit길이이다. IPv4의 32bit주소와 비교할 때 이것은 주소공간에서 4배 증가이다.
- **보다 좋은 머리부형식** IPv6은 새로운 머리부형식을 리용하는데 여기서 선택들은 기초머리부와 분리시킬수 있고 필요할 때 기초머리부와 웃층자료사이에 끼워 넣을수

있다. 이것은 경로조종과정을 단순하게 하고 속도를 높이는데 그것은 경로조종기가 많은 선택을 검사할 필요가 없게 되였기때문이다.

- **새로운 선택** IPv6은 새로운 선택으로 보충적기능을 가능하게 하였다.
- **확장가능성** IPv6은 새 기술 혹은 응용이 요구한다면 규약을 확장할수 있게 설계되였다.
- **자원할당에 대한 지원** IPv6에서 봉사형식마당은 제거될수 있으나 원천이 파케트의 특별관리를 요구할수 있게 흐름표식이라는 구조를 첨부하였다. 이 구조는 실시간 음성과 비데오와 같은 통신량을 지원하는데 리용될수 있다.
- **보안에 대한 보다 많은 지원** IPv6에서 암호와 인증선택은 파케트의 비밀성과 완전무결성을 보장한다.

IPv6주소

IPv6주소는 128bit길이로서 16byte로 구성된다(그림 H-1을 참고).

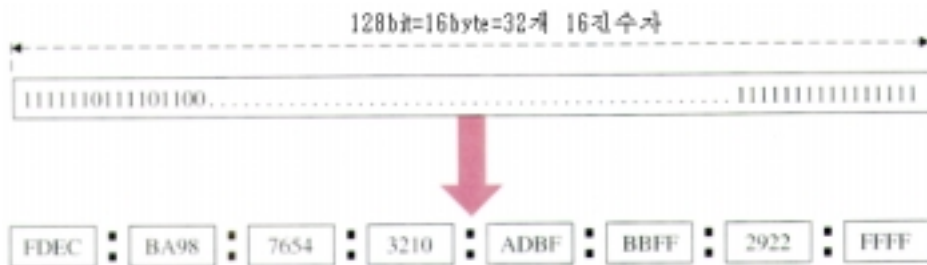



그림 H-1. IPv6주소

16진수-두점표시

주소를 보다 편리하게 읽도록 하기 위하여 IPv6주소규약은 16진수 두점표시를 리용한다. 이 표시에서 128bit를 8개 부분으로 나누는데 매개가 두 바이트길이이다. 16진수표시에서 두 바이트는 4개의 16진수 수자이다. 따라서 주소는 두 점으로 분리된 네개 수자를 가진 32개의 16진수 수자로 구성된다.

생략 비록 16진수형으로서도 IP주소가 길다 해도 많은 수자가 령이다. 이 경우에 주소를 생략할수 있다. 구간(두 점사이의 4개 수자)에서 앞의 0들은 생략할수 있다. 앞의 0만 생략하고 뒤의 0들은 그대로 둔다(실례는 그림 H-2를 참고).

생략의 이 형식을 리용하여 0074는 74로 쓸수 있다. 000F를 F로, 0000을 0으로 쓸수 있다. 3210은 생략할수 없다. 만일 련속 령만으로 된 구간이 있다면 더 생략할수 있다. 여기서는 0전체를 없애고 2중두점으로 교체할수 있다. 그림 H-3은 그 개념을 보여 준다.

이런 생략형태는 주소마다 한번만 허용된다. 만일 령부분이 두번 있다면 그것들중 한번만 생략할수 있다. 주소생략의 재표시는 대단히 간단하다. 생략되지 않은 부분을 배치하고 확장된 원래주소를 가지도록 령을 삽입한다.

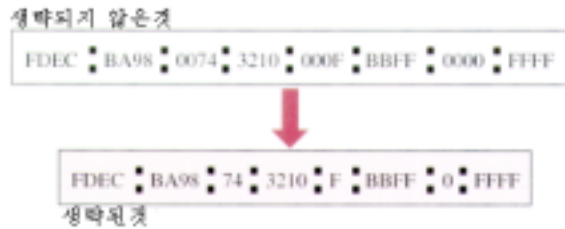



그림 H-2. 생략된 주소

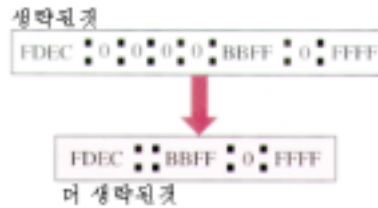



그림 H-3. 련속 령들에 대한 생략주소

때때로 주소의 모두가 아니라 일부분에 대한것으로 귀착시킬 필요가 있다. 그렇게 하기 위하여 보존하고 싶은 수자뒤에 사선을 치고 보존한 수자개수를 이어서 쓴다. 실례로 그림 H-4는 첫 6개 부분이 줄임형으로 어떻게 씌워졌는가를 보여 주었다.

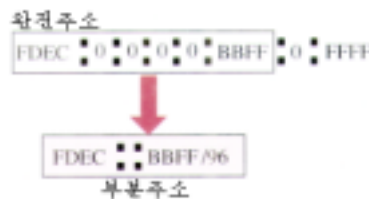



그림 H-4. 부분주소

주소의 분류

IPv6은 세가지 형태의 주소를 정의한다. 즉 단일수신자송신, 임의의 수신자송신, 다중수신자송신이다.

단일수신자송신 단일수신자송신주소는 단일콤퓨터를 정의한다. 단일수신자송신주소로 보낸 파케트는 그 특정의 콤퓨터에 전달되여야 한다.

임의의 수신자 송신 임의의 수신자송신은 같은 주소머리부분을 가진 콤퓨터그룹을 정의한다. 실례로 같은 물리적망에 련결된 모든 콤퓨터들은 같은 머리부분주소를 공유한다. 임의의 수신자송신주소로 보낸 파케트는 그 집단성원중의 하나에만 정확히 보내져야 한다(가장 가깝게 혹은 가장 쉽게 접근할수 있는것).

다중수신자송신주소 다중수신자송신주소는 같은 머리부분을 공유하거나 같은 물리적망에 련결되거나에 관계없이 어떤 콤퓨터집단을 정의한다.

주소공간배당

주소공간은 각이한 목적을 가진다. IP주소의 설계자들은 주소공간을 두 부분으로 나누었는데 첫 부분을 형태머리부라고 한다. 이 가변길이머리부는 주소의 목적을 정의한다. 부호는 그 부호가 어떤 다른 부호의 첫 부분과 일치하지 않도록 설계된다. 이렇게 하여 애매한것이 없게 되였다. 즉 주소가 주어 질 형태머리부는 쉽게 결정된다. 그림 H−5는 IPv6주소형식을 보여 준다.

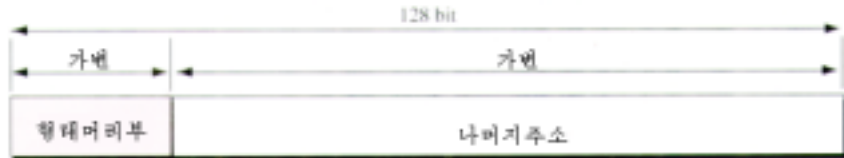



그림 H−5. 주소구조

표 H−1은 주소의 매 형태에 대한 머리부를 보여 주었다. 세번째 렬은 전체 주소공간에 관련되는 매 주소형태몫을 보여 준다.

제공자에 기초한 단일수신자송신주소 제공자에 기초한 주소는 일반적으로 보통의 호스트에서 단일수신자송신주소로 리용된다. 주소형식은 그림 H−6과 같다.

제공자에 기초한 주소의 마당들은 다음과 같다.

- **형식식별자** 이 세 비트마당은 주소를 제공자에게 기초한 주소로 정의한다.
- **등록식별자** 이 5bit마당은 주소를 등록한 기관을 식별한다. 현재 세개의 등록쎈터가 정의되였다. 즉 INTERNIC(11000)는 북아메리카를 위한 쎈터이며 RIPNIC(010000)은 유럽, APNIC(10100)은 아시아와 태평양지역을 위한것이다.
- **제공자식별자** 이 가변길이마당은 인터네트주소의 제공자를 식별한다. 16bit길이가 이 마당을 위하여 권고된다.
- **가입자식별자** 어떤 조직이 제공자를 통하여 인터네트에 가입할 때 그것은 가입자식별이 배당된다. 이 마당에 24bit길이가 권고된다.
- **부분망식별자** 매 가입자는 각이한 부분망을 가질수 있으며 매개 망은 각이한 식별자를 가질수 있다. 부분망식별자는 가입자지방의 망을 규정한다. 이 마당에 32bit의 길이가 권고된다.

마디점식별자 이 마지막마당은 부분망에 접속된 마디점의 식별을 정의한다. 48bit의 길이가 권고되였으며 이써네트에 리용하는 48bit련결고리(물리적)주소와 호환할수 있게 한다. 앞으로 이 련결고리주소는 마디점물리주소와 같아 지게 될것이다.

제공자에 기초한 주소는 몇개의 머리부로 된 계층형식별로 생각할수 있다. 그림 H−7과 같이 매개 머리부는 계층준위를 정의한다. 형식머리부는 형식을, 등록머리부는 등록준위를, 제공자머리부는 제공자를, 가입자머리부는 가입자를, 부분망머리부는 부분망을 정의한다.

표 H-1 IPv6주소에 대한 형태머리부

형태머리부	형 태	기 능
0000 0000	예 약	1/256
0000 0001	예 약	1/256
0000 001	NSAP (망봉사접근점)	1/128
0000 010	IPX (Novell)	1/128
0000 011	예 약	1/128
0000 100	예 약	1/128
0000 101	예 약	1/128
0000 110	예 약	1/128
0000 111	예 약	1/128
0001	예 약	1/16
001	예 약	1/8
010	제공자기초단일수신자송신주소	**1/8**
011	예 약	1/8
100	지리학적단일수신자송신주소	1/8
101	예 약	1/8
110	예 약	1/8
1110	예 약	1/16
1111 0	예 약	1/32
1111 10	예 약	1/64
1111 110	예 약	1/128
1111 1110 0	예 약	1/512
1111 1110 10	련결국부주소	1/1024
1111 1110 11	싸이트국부주소	1/1024
1111 1111	다중수신자송신주소	1/256

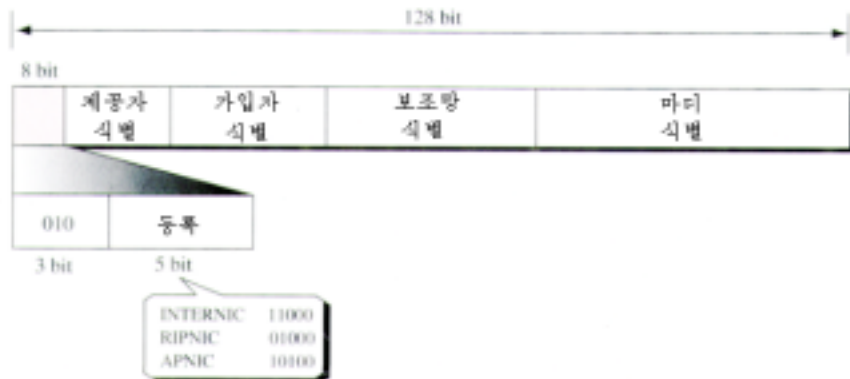



그림 H-6. 제공자에 기초한 주소

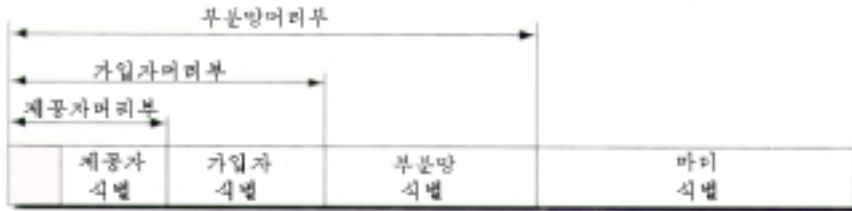



그림 H-7. 주소계층구조

기타주소 기타 주소들은 이 책에서 고찰하지 않는 다른 목적들에 리용된다. 그 내용을 보려면 《TCD/IP protocol suite》를 보면 된다.

IPv6파케트형식

IPv6파케트형식을 그림 H-8에 보여 주었다. 매개 파케트는 명령적인 기초머리부와 그 뒤의 유효전송량으로 구성된다. 유효전송량은 두개 부분으로 이루어 진다. 즉 선택적인 확장머리부와 웃층으로부터의 자료. 기초머리부는 40byte를 차지한다. 확장머리부와 웃층에서의 자료는 65,535byte까지의 정보를 포함한다.

그림 H-8. Ipv6데타그람

기초머리부

그림 H-9는 8개 마당으로 된 기초머리부를 보여 준다.

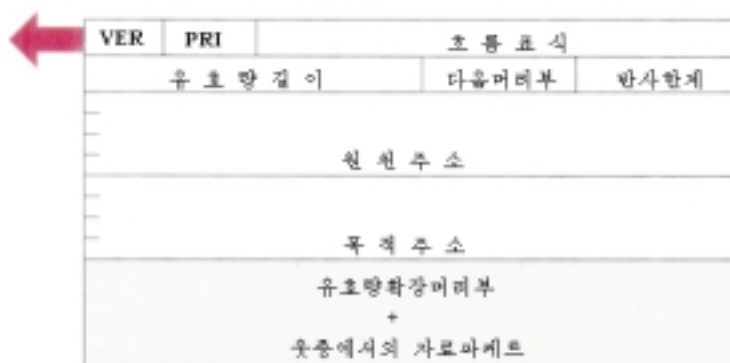



그림 H-9. Ipv6데타그람의 형식

- **변종** 이 4bit마당은 IP의 변종번호를 규정한다. IPv6에 대하여 그 값은 6이다.
- **우선권** 4bit우선권마당은 혼잡에 관한 파케트의 우선권을 정의한다. 이 마당은 후에 고찰된다.
- **흐름표식** 흐름표식은 특정한 자료흐름에 대하여 특별한 취급을 보장하도록 설계된 세 바이트의 마당이다(24bit).
- **유효전송량길이** 두 바이트의 유효전송량길이마당은 기초머리부를 내놓고 IP데타그람의 총 길이를 정의한다.
- **다음머리부** 다음머리부는 데타그람에서 기초머리부다음의 머리부를 정의하는 8bit마당이다. 다음머리부는 IP가 리용하는 선택적인 확장머리부이거나 UDP, TCP등의 웃층규약을 위한 머리부이다. 매개 확장머리부는 또한 이 마당을 포함한다. 표 H−2는 다음 머리부들의 값을 보여 준다. 변종 4에서는 이 마당을 규약이라고 한다.
- **반사한계** 이 8bit반사한계마당은 IPv4의 TTL마당과 같이 작용한다.
- **원천주소** 원천주소마당은 데타그람의 시작원천을 식별하는 6byte(128bit) 인터네트주소이다.

목적주소 목적주소마당은 데타그람의 최종목적을 식별하는 16byte(128bit)인터네트주소이다. 그러나 만일 원천경로조종이 리용되면 이 마당은 다음경로조종기의 주소로 된다.

표 H−2 다음머리부코드

코드	다음머리부
0	반사−반사선택
2	ICMP
6	TCP
17	UDP
43	원천경로화
44	쪼각분할
50	암호화된 비밀유효량
51	인증
59	빈것(다음머리부)
60	목적지선택

우선권

IPv6파케트의 우선권마당은 같은 원천으로부터의 매개 파케트에 관하여 우선권을 정의한다. 실례로 두개의 련속데타그람중 하나를 혼잡때문에 버려야 한다면 보다 낮은 우선권을 가진 데타그람을 버리게 된다. IPv6은 통신량을 크게 두가지 부류로 나눈다. 즉 혼잡조종과 비혼잡조종이다.

혼잡조종통신량 만일 원천이 혼잡이 있을 때 통신량을 낮추도록 자체를 적응시킨다면 그 통신량은 혼잡조종된 통신량이라고 한다. 실례로 미끄럼창문규약을 리용하는 TCP/IP규

약은 통신량에 쉽게 응답할수 있다. 혼잡조종통신량에서 파케트가 지연되여 도착하며 지어는 잃어 지거나 순서어긋나서 도착할수 있다. 혼잡조종된 자료는 표 H−3에 기입된바와 같이 우선권이 0～7사이에 배당된다. 우선권0은 제일 낮은것이며 7은 제일 높은것이다.

우선권에 대한 서술은 다음과 같다.

- **비특정의 통신량** 과정이 우선권을 정의하지 않을 때 그 우선권은 파케트에 0으로 배당된다.
- **배경자료** 이 그룹은(우선권1) 배경속에서 전달되는 자료를 정의한다. 소식의 전달은 그에 대한 좋은 실례이다.

표 H−3　　혼잡조종된 통신량에 대한 우선권

우선권	의미
0	특별한 통신량 없음
1	배경자료
2	주가되지 않은 자료통신량
3	예 약
4	주가된 대량자료통신량
5	예 약
6	호상작용통신량
7	조종통과통신량

- **내버려 둔 자료통신량** 사용자가 자료가 수신될것을 기다리지 않는다면 그 파케트는 우선권이 2이다. E−mail은 이 부류에 속한다. 사용자는 다른 사용자에게 전자우편통보를 개시하며 그러나 그것이 곧 도착할것인지는 모른다. 또 전자우편은 보통 저축되였다가 전송된다. 지연이 조금 있다는것은 별로 중요하지 않다.
- **돌보는 대량자료통신량** 사용자가 자료수신을 기다리면서 대량의 자료를 전송하는 규약은 우선권이 4이다. FTP와HTTP가 그 실례이다.
- **호상작용통신량** TELNET와 같이 사용자와 호상작용을 요구하는 규약은 우선권이 두번째로 높은 6이다.
- **조종통신량** 조종통신량은 이 부류에서 우선권이 제일 높다(7). OSPF와 RIP와 같은 경로조종규약과 SNMP와 같은 관리규약은 이 우선권을 리용한다.
- **비혼잡조종통신량** 이것은 최소지연을 기대하는 통신량형식을 의미한다. 파케트의 버림은 바람직하지 않다. 대부분의 경우에 재송신은 불가능하다. 다시 말하면 원천은 자체를 혼잡에 적응시키지 못한다. 실시간소리, 영상이 이런 형태의 통신량에 대한 좋은 실례이다.

　　우선권번호는 8～15이다. 이런 형식의 자료에 대하여 어떤 특정의 규격이 아직 없기는 하지만 우선권은 보통 수신된 자료의 질이 일부 파케트를 버림으로써 얼마나 영향을 받는가에 기초하여 배당된다. 보다 적은 여유를 가진 자료(저충실도소

리 및 영상)는 보다 높은 우선권으로(15) 배당된다. 보다 많은 여유를 가진 자료(고충실도소리 및 영상)는 우선권(8)이 보다 낮다(표 H-4를 참고).

표 H-4 비혼잡조종된 통신량의 우선권

우선권	의미
8	최대의 여유를 가진 자료
.	.
.	.
.	.
15	최소의 여유를 가진 자료

흐름표식

어떤 원천에서 어떤 목적지로 송신된 파케트렬은 경로조종기에서 특별한 취급을 요구하는데 그것은 파케트의 흐름이라고 한다. 원천주소와 흐름표식의 값이 조합되여 파케트의 흐름을 유일하게 정의한다.

경로조종기에 대하여 흐름은 같은 행로를 리용하며 같은 자원을 리용하고 같은 급의 안전성을 가지는 등 같은 특성을 공유하는 파케트렬이다. 흐름표식의 취급을 지원하는 경로조종기는 흐름표식표를 가진다. 그 표는 매개 능동흐름표식에 대한 기입점을 가지며 매개 기입점은 대응하는 흐름표식에서 요구되는 봉사를 규정한다. 경로조종기가 파케트를 받을 때 그것은 자기흐름표식표를 참고하여 그 파케트에서 정의된 흐름표식값에 대응하는 기입점을 찾는다. 그다음 파케트에 그 기입점에 언급된 봉사를 해준다. 그러나 흐름표식 그자체는 흐름표식표의 기입점에 대한 정보를 보장하지 못한다. 즉 그 정보는 반사-반사선택이나 기타 규약들과 같은 다른 수단으로 보장된다.

가장 단순한 형식으로 흐름표식은 경로조종기에서의 파케트처리를 빠르게 하는데 리용될수 있다. 경로조종기가 파케트를 수신할 때 경로조종표를 참고하고 경로조종알고리듬을 따라 가서 다음 반사의 주소를 결정하는 대신 그것은 흐름표식표에서 다음 반사를 쉽게 찾을수 이다.

보다 고급한 형식으로 흐름표식은 실시간소리 및 영상전송을 지원하는데 리용될수 있다. 실시간음성 및 영상은 특히 수자형태에서 넓은 대역너비, 큰 완충기, 긴처리시간 등의 자원을 요구한다. 어떤 처리는 실시간자료가 자원의 결핍으로 지연되지 않도록 담보하기 위하여 사전에 이 자원들을 예약할수 있다. 실시간자료리용과 이 자원의 예약은 IPv6외에 실시간규약(RTP)과 자원예약규약(RSVP)와 같은 다른 규약을 요구한다.

흐름표식의 리용을 효과적으로 하기 위하여 세가지 규칙이 정의된다.

1. 흐름표식은 원천호스트에 의하여 파케트에 배당된다. 표식은 1과 $2^{24}-1$사이의 우연수이다. 원천은 현재의 흐름이 계속되는 동안 새로운 흐름에는 흐름표식을 다시 해주어야 한다.
2. 만일 호스트가 흐름표식을 지원하지 않는다면 이 마당을 0으로 한다. 경로조종

기가 흐름표식을 지원하지 않는다면 그것은 단지 무시된다.

3. 같은 흐름에 속하는 모든 파케트는 같은 원천, 같은 목적, 같은 우선권, 같은 선택을 가져야 한다.

IPv4와 IPv6머리부의 비교

표 H-5는 IPv4와 IPv6머리부를 비교한다.

표 H-5 IPv4와 IPv6파케트머리부의 비교

비　　　교
1. IPv6에서는 머리부길이가 고정되기때문에 길이마당이 없다. 2. IPv6에서 봉사형식마당이 없어 진다. 우선권과 흐름표식마당은 함께 봉사형식마당의 기능을 넘겨 받는다. 3. IPv6에서 총 길이마당은 없어 지고 유효전송량길이마당으로 된다. 4. 식별, 기발, 편이마당은 IPv6의 기초머리부에서 제거된다. 그것들은 쪼각분할확장머리부에 포함된다. 5. TTL마당은 IPv6에서 반사한계라고 부른다. 6. 규약마당은 다음 머리부마당으로 바뀌운다. 7. 머리부검사합은 보다 웃층규약에서 보장되기때문에 없어 지며 이 준위에서는 필요가 없다. 8. IPv4의 선택마당들은 IPv6에서 확장머리부로서 실현된다.

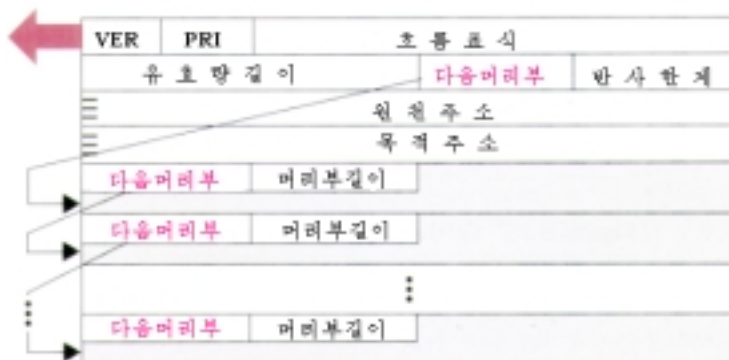



그림 H-10. 확장머리부형식

확장머리부

기초머리부길이는 40byte로 고정된다. 그러나 IP데타그람에 보다 많은 기능을 주기 위하여 기초머리부에 6개까지의 확장머리부가 뒤따를수 있다. IPv4에서 많은 머리부들이 선

택적이다. 그림 H−10은 확장머리부형식을 보여 준다.

확장머리부의 6가지 상태가 정의되였다. 즉 반사−반사선택, 원천경로조종, 쪼각분할, 인증, 암호화된 안전성유효전송량, 목적지선택(그림 H−11).

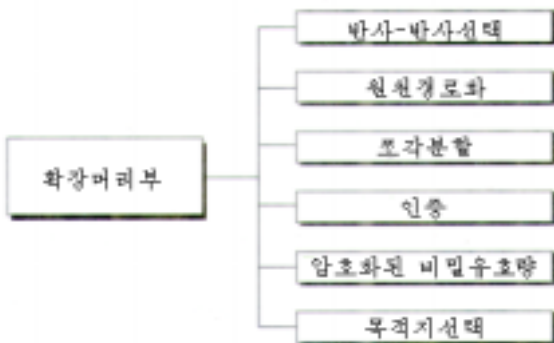



그림 H−11. 확장머리부형태

H. 2. ICMPv6

TCP/IP규약묶음의 변종 6에서 변경된 또 다른 규약은 ICMP(ICMPv6)이다. 이 새로운 변종은 변종 4의 전략과 목적을 그대로 따르지만 ICMPv4는 IPv6에 대하여 보다 더 적당하게 변경되였다. 또한 변종 4에서 독립적인 일부 규약들이 ICMPv6의 부분으로 된다. 그림 H−12는 변종 4와 변종 6의 망층비교를 보여 준다.

그림 H−12. 변종 4와 변종 6의 망층비교

변종 4에서 ARP와 IGMP규약들은 ICMPv6에서 조합된다. RARP규약은 그것이 자주 리용되지 않기때문에 묶음에서 빼버렸다.

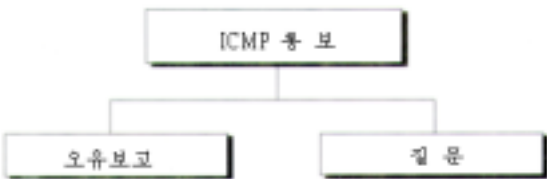



그림 H−13. ICMP주소의 분류

그림 H-13은 ICMP통보가 크게 두 부류로 갈라 지는것을 보여 준다. 즉 오유보고와 조사.

그림 H-14는 5개의 각이한 오유보고통보들을 보여 준다. 즉 목적지도달불가능, 너무 큰 파케트, 시간초과, 파라메터문제, 방향재지정.

그림 H-14. 오유보고통보의 형태

그림 H-15는 4개의 조사통보를 보여 준다. 즉 반향요구 및 응답, 경로조종기요청 및 광고, 린접요청 및 광고, 그룹성원수.

그림 H-15. 조사통보의 형태

부록 I. 경간나무

경간나무알고리듬은 자료구조에서 그라프나무를 창조하는데 리용된다. 나무는 정점(마디점)들과 정점들을 접속시키는 최소 개수의 변(선)을 포함한다. 임의의 정점은 경간나무의 뿌리로 선택될수 있다. 어떤 뿌리를 하나 선택한후에도 어느 가지의 부분모임이 매개 정점을 뿌리에 접속시키도록 선택되는가에 기초하여 몇개의 경간나무를 가질수 있다. 그러나 뿌리를 선택한후 규격적으로 하나의 경간나무에 관심을 가지며 그것은 매개 정점이 뿌리까지 최소의 행로를 가지는것이다. 최소 행로는 특정의 정점에서 뿌리까지 무게들의 합으로 정의된다. 만일 그라프가 무게화되지 않는다면 매개 변은 무게 1로 된다.

그림 I-1은 무게화된 그라프와 그것의 경간나무를 보여 준다. 정점 A는 뿌리로 선정되였다.

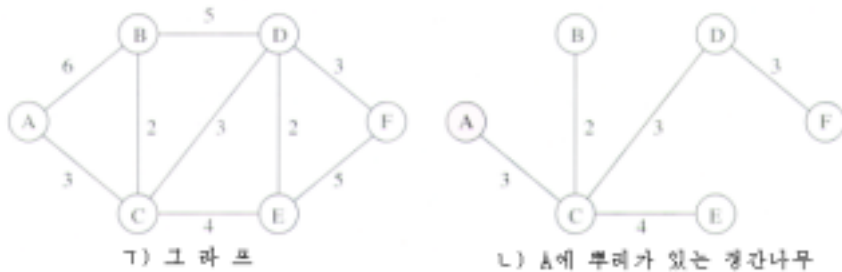



그림 I-1. 그라프와 경간나무

I. 1. 경간나무와 다리

3장에서 다리들을 고찰하고 학습다리가 호스트는 어느 LAN토막에 접속되는가를 결정할수 있다는것을 언급하였다. 다리가 고장나는 경우의 여유분을 만들기 위하여 LAN토막들은 보통 하나이상의 다리에 접속된다. 그러나 여유는 파케트 또는 몇개 파케트복사본이 다리와 다리를 계속 오가는 순환고리를 창조한다. 매우 단순한 실례를 하나 고찰하자. 그림 I-2에서 두개의 LAN토막이 두개 경로조종기에 접속되였다(Br1과 Br2).

호스트 B가 파케트를 송신하지 않는다고 하자. 그러므로 다리는 어느 토막에 B가 접속되였는지 모른다. 이제 다음의 사건순차를 고찰하자.

1. 호스트 A는 B에 파케트를 보낸다.
2. 하나의 다리가(실례로 Br1) 먼저 그 파케트를 받고 호스트 B가 어디에 있는지 모르고 그것을 토막 2에 전송한다.
3. 그 파케트는 자기 목적지(호스트 B)로 가며 그러나 동시에 Br2도 토막 2를 통하여 파케트를 수신한다.

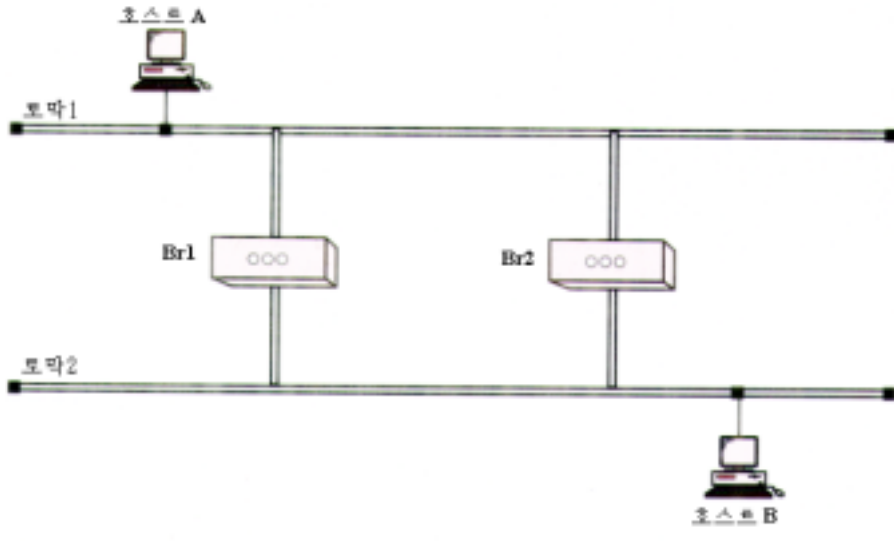



그림 I-2. 두개 다리로 접속된 두개의 LAN

4. 파케트원천주소는 A이며 그 목적지는 B이다. Br2는 A가 토막 2에 련결된것으로 오인하고 자기의 표를 갱신한다. 그것은 호스트 B에 대하여 아무것도 모르기때문에 그 파케트를 토막 1에 전송한다.
5. 파케트는 경로조종기 B1에 두번째로 수신된다. Br1은 그것을 A에서 오는 새로운 파케트로 생각하고(왜냐하면 그것은 호스트 B에 대하여 아무런 정보도 없기때문에) 그것을 토막 2에 전송한다.
6. Br2는 다시 파케트를 수신하고 계속 파정을 반복한다.
   이 상태는 세가지 인자로 하여 발생한다.

- 호스트로부터의 파케트를 적어도 하나 수신할 때까지는 그 호스트의 위치를 알지 못하는 학습경로조종기를 리용하고 있는것
- 다리들이 다른 다리의 존재를 알지 못하는것
- 나무가 아니라 그라프를 창조한것

이 상태는 그라프에서 경간나무를 창조해 낸다면 교정될수 있다.

알고리듬

비록 많은 자료구조책들에서 그라프로부터 경간나무를 형성하기 위한 알고리듬을 주지만 그것들은 그라프의 위상구조가 이미 알려 진것으로 가정한다. 그러나 학습다리가 설치될 때 그것은 다른 다리들의 위치를 알지 못한다. 그러므로 경간나무는 동적으로 형성되여야 한다.

ID번호는 매개 다리에 배당된다. ID는 망관리자가 결정한 어떤 번호이거나 포구들중 하나의 주소일수 있다. 규격적으로 가장 작은것이다.

매개 포구에는 비용이 배당된다. 보통 비용은 포구가 지원하는 비트속도로 결정된다. 비트속도가 높을수록 비용은 더 낮다. 만일 비트속도가 적당하지 않다면 매개 포구의 행로비용은 1로 설정된다(반사계수).

경간나무를 구하는 과정은 다음 세 단계로 요약할수 있다.

1. 다리들은 어느 한 다리를 나무의 뿌리로 선택한다. 이것은 그 다리에 ID를 배당하고 최소의 ID를 가진 다리를 찾는것으로 수행된다.
2. 매개 다리는 그것의 뿌리포구를 결정한다. 그 포구는 뿌리까지의 최소 뿌리행로비용을 가진다. 뿌리행로비용은 그 포구에서 뿌리까지 행로에 대한 비용축적이다.
3. 하나의 지정된 다리가 매개 토막에 대하여 선택된다.

모든 다리들은 규칙적으로 다리규약자료단위(BPDU)라는 특별한 프레임을 교환한다. 매개 BPDU는 원천의 다리 ID, 축적된 뿌리행로비용 그리고 기타 정보를 포함한다. BPDU가 어떤 다리에서 시작될 때 축적된 뿌리행로비용은 0이다.

뿌리다리찾기

다리가 BPDU를 수신할 때 그것은 원천의 다리 ID와 그것의 ID를 비교한다.

- 만일 그것의 ID가 원천다리 ID보다 크다면 뿌리행로비용을 수신포구의 비용만큼 증가시키고 그 프레임을 전송한다. 또한 자기의 BPDU를 송신하지 않는다. 왜냐하면 그것은 뿌리다리로 선택되지 않을것이라는것을 알기때문이다(다른 다리가 보다 작은 ID를 가지고 있다.).
- 만일 그것의 ID가 원천다리 ID보다 작다면 그 다리는 BPDU를 버린다.

결국 순환되고 있는 BPDU만이 최소의 원천다리 ID를 가진것이며 뿌리다리로 된다는 것이 명백하다. 이런 방법으로 매개 다리는 어느것이 뿌리다리인가를 알게 된다.

뿌리포구찾기

뿌리다리가 확립된후 다리는 매개 포구에 대하여 수신된 모든 BPDU의 축적뿌리비용을 기록한다. 뿌리포구는 BPDU가 최소의 축적뿌리비용을 가지는 포구이다. 뿌리다리는 뿌리포구를 가지지 않는다는것을 주목해야 한다.

지정된 다리선택하기

매개 다리에 대하여 뿌리포구가 확정된후 같은 토막에 접속된 모든 다리들은 서로 BPDU를 송신한다. 토막으로부터 뿌리까지 프레임을 가장 눅은 뿌리비용으로 나를수 있는 다리가 지정된 다리로 선택된다. 그리고 그 토막에 다리를 접속시키는 특정의 포구를 지정된 포구라고 한다. 뿌리포구는 지정된 포구로 선택될수 없다. 또한 다리가 하나의 뿌리포구만을 가질수 있지만(뿌리다리를 제외하고) 지정된 포구는 여러개 가질수 있다.

경간나무의 형성

뿌리다리, 매개 다리의 뿌리포구, 매개 다리의 지정된 포구가 결정되면 다리의 포구들은 두개의 그룹으로 나누인다. 전송포구는 뿌리포구와 모든 지정포구이다. 그 나머지 포구를 차단포구라고 한다. 다리가 자료프레임을 수신할 때 그것은 전송포구를 통하여 전송한다. 차단포구를 통해서는 전송하지 않는다.

실례

그림 I-3은 5개 다리로 련결된 5개의 LAN토막의 실례이다.

매개 다리는 ID번호(통안에 보여 줌)를 가진다. 다리로부터 LAN토막으로 파케트를 보내는 비용은 련결회선열에 주었다.

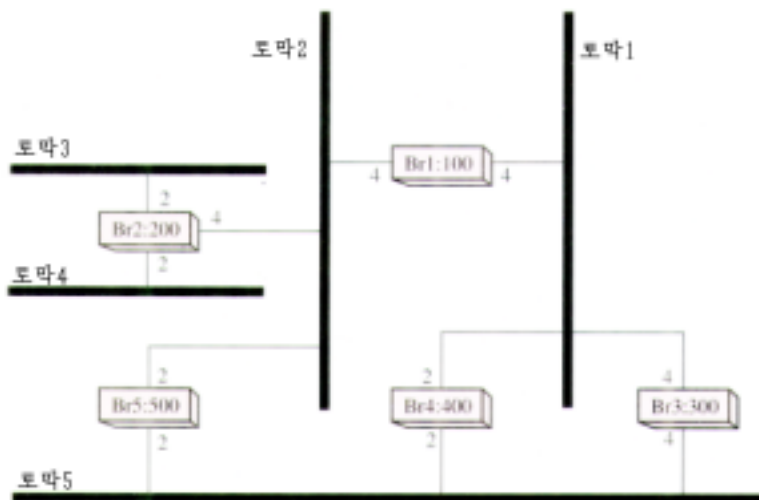



그림 I-3. 경간나무알고리듬을 리용하기전의 LAN

그림 I-4는 경간나무알고리듬을 적용한후의 위상구조를 보여 준다. 최저의 ID를 가진 다리(Br1)가 뿌리다리로 선택된다. 매개 다리는 하나의 뿌리포구(화살표를 제시)를 가진다. 5개의 LAN토막이 있기때문에 다섯개의 지정포구가 있다(Des로 표시). 다리 Br1과 Br2, Br4의 모든 포구들은 전송포구이다. 다리 Br3, Br5는 매개가 다 차단포구를 하나씩 가지고 있다.

이러한 구성으로 매개 LAN토막이 다리토막의 호스트가 보낸 프레임을 꼭 한번만 수신할것이라는것을 주장할수 있다. 이것은 순환이 없는 동작을 담보한다.

- 토막 1의 호스트가 보낸 프레임이 Br1을 통하여 토막 2에 도착하며 Br1-Br2를 통하여 토막 3과 토막 4에, Br4를 통하여 토막 5에 도달할것이다.
- 토막 2의 호스트가 보낸 프레임이 Br1을 통하여 토막 2에 도착하며 Br2를 통하여

토막 3과 토막 4에, Br1−Br4를 통하여 토막 5에 도달할것이다.

- 토막 3의 호스트가 보낸 프레임이 Br2를 통하여 토막 4와 2에, Br2−Br1을 통하여 토막 1에, Br2−Br1−Br4를 통하여 토막 5에 도달할것이다.
- 토막 4의 호스트가 보낸 프레임이 Br2를 통하여 토막 3과 2에, Br2−Br1을 통하여 토막 1에, Br2−Br1−Br4를 통하여 토막 5에 도달할것이다.
- 토막 5의 호스트가 보낸 프레임이 Br4를 통하여 토막 1에, Br4−Br1을 통하여 토막 2에, Br4−Br1−Br2를 통하여 토막 3과 4에 도달할것이다.

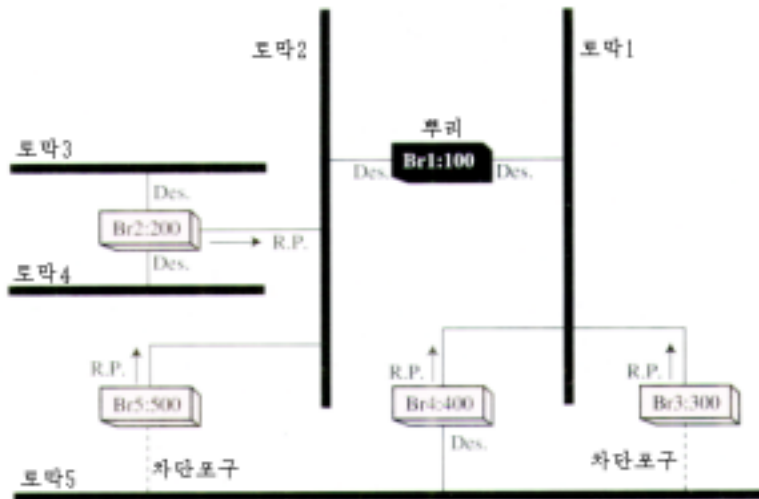



그림 I−4. 경간나무알고리듬을 리용한후의 LAN

I. 2. 경간나무와 다중수신자송신경로조종

경간나무개념은 또한 다중수신자송신경로조종에서 IP층의 데타그람에 대한 순환 없는 전송행로를 형성하기 위하여 리용된다. 그 사상은 본질적으로 다리와 같다. 여기서 다리들은 경로조종기들로 바뀌운다. LAN토막들은 LAN이나 WAN으로 바뀌운다. 경로조종기들은 그들가운데서 뿌리경로조종기를 선택한다. 매개 경로조종기는 뿌리포구를 찾으며 결국 LAN, WAN에 지정경로조종기가 배당된다. 경로조종기의 포구들은 전송포구와 차단포구로 나눈인다. 경로조종기가 다중수신자송신데타그람을 수신할 때 전송포구를 통해서만 그것을 전송한다.

참 고 문 헌

Bates, Bud, and Donald Gregory *Voice and Data Communications Handbook*. Burr Ridge, IL : McGraw-Hii, 1996.

Beyda, William J, Data *Communications, 2*nd ed. Upper Saddle River. NJ : Prentice-Hall, 1996.

Black, Uyless, *Data Link Protocols*. Upper Saddle River. NJ : Prentice-Hall, 1993.

Black, Uyless, *Emerging Communication Technologies*. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall 1994.

Comer. Douglas E. *Internetworking with TCP/IP*, vol. 1. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, 1995.

______. *Internetworking with ICP/IP*, vol. 2. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, 1996.

______. *Internetworking with ICP/IP*, vol. 3. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall. 1999.

______. *The Internet Book*, Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall. 1995.

Dickie, Mark. *Routing in Today's Internetworks*, New York, NY : Van Nostrand Reinhold, 1994.

Forouzan, Behrouz. *Introduction to Data Communications and Networking*. Burr Ridge, IL : McGraw-Hill, 1998.

Halsall, Fred *Data Communications, Computer Networks and Open Systems*, 4th ed. Reading, MA : Addison-Wesley, 1995.

Harde, James K. *Inside Networks*, Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, 1995.

Herrick, Clyde N., and C. Lee McKim. *Telecommunication* Wiring. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, 1992.

Hioki, Warren. *Telecommunications*, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, 1995.

Huitema, Christian. *Routing in the Internet*. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, 1995.

Johnson, Howard W. *Fast Ethernet*. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, 1996.

McClimans, Fred J. *Communications Wiring and Interconnections*. Burr Ridge, IL : McGraw-Hill, 1992.

Miller, Philip. *ICP/IP Explained*. Newton, MA : Digital Press, 1997.
Morley, John, and Stan Gelber, *The Emerging Digital Future*. Danver, MA : Boyd & Fraser, 1996.
Moy, John. *OSPF*. Reading, MA : Addison-Wesley, 1998.
Naugle, Matthew *G. Network Protocol Handbook*. Burr Ridge, IL : McGraw-Hill, 1994.
Partridge, Craig. *Gigabit Networking*. Reading, MA : Addison-Wesley, 1994.
Pearson, John E. *Basic Communication Theory*. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, 1992.
Prelman, Radia, *Interconnections : Bridges and Routers*. Reading, MA : Addison-Wesley, 1992.
Shay, William A. *Understanding Data Communications and Network*, Boston, MA : PWS, 1994.
Siyan, Karanjit S. *Inside ICP/IP*, 3rd ed. Indianapolis, IN : New Riders, 1997.
Smith, Philip. *Frame. Relay*. Reading, MA : Addison-Wesley, 1993
Stallings, William. *Data and Computer Communications*, 5th ed. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, 1997.
Stevens, W. Richard. *ICP/IP Illustrated*, vol. 1. Reading, MA : Addison-Wesley, 1994.
______. *TCP/IP Illustrated*, vol. 3. Reading, MA : Addison-Wesley, 1994.
Tanenbaum, Andrew S. *Computer Networks*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall 1996.
Thomas, Stephen *A. Ipng and the ICP/IP Protocols*. New York, NY : Wiley, 1996.
Washburn, Kevin. And Jim Evans. *ICP/IP : Running a Successful Network*, 2nd ed. Reading, MA : Addison-Wesley, 1996.
Wright, Gary R., and W. Richard Stevens. *TCP/IP Illustrated*, vol.2. Reading, MA : Addison-Wesley, 1995.

략　어

AAL (application adaptation layer) 응용적응층
ABM (asynchronous balanced mode) 비동기평형방식
ABR (available bit rate) 유효비트속도
AC (access control) 접근조종
ACK (acknowledgment) 확인
ADSL (asymmetric digital subscriber line) 대칭수자가입자회선
AM (amplitude modulation) 진폭변조
AMI (alternate mark inversion) 교번표식반전
ANSI (American National Standards Institute) 미국국가규격협회
ARM (asynchronous response mode) 비동기응답방식
ARP (address resolution protocol) 주소해신규약
ARPA (Advanced Research Project Agency) 현대연구계획국
ARPANET (Advanced Research Project Agency Network) 현대연구계획국망
ARQ (automatic repeat request) 자동반복요구
ASCII (American Standard Code for Information Interchange) 정보교환용규격코드
ASK (amplitude shift keying) 진폭편이변조
ASN.1 (abstract syntax notation 1) 추상명사표기1
ATM (Asynchronous Transfer Mode) 비동기전송방식
AUI (attachment unit interface) 접합장치대면부
B−ISDN (broadband ISDN) 광대역ISDN
B8ZS (bipolar 8−zero substitution) 쌍극성8−0치환
BCC (block check count) 블로크검사총계
BECN (backward explicit congestion notification) 명백한 역방향혼잡통보
BER (basic encoding rule) 기초부호화규칙
BLAST (blocked synchronous transmission) 블로크동기전송
BOOTP (bootstrap protocol) 초기적재규약
BRI (basic rate interface) 기초속도대면부
BSC (binary synchronous communication) 2진동기통신
BUS (broadcast/unknown server) 방송/무명봉사기
CAP (carrierless amplitude/phase) 무반송파진폭/위상
CBR (constant bit rate) 고정비트속도
CDV (cell delay variation) 셀지연변동
CER (cell error ratio) 셀오유률
CGI (common gateway interface) 공동관문대면부
CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol) 도전적인 주고받기인증규약
CIR (committed information rate) 위임된정보속도
CLNS (connectionless network service) 무접속망봉사
CLR (cell loss ratio) 셀손실률
CLTS (connectionless transport service) 무접속전송봉사
CMIP (common management information protocol) 공동관리정보규약
CMIS (common management information service) 공동관리정보봉사
CMISE (common management information service element) 공동관리정보봉사요소
CONS (connection−oriented network service)

접속지향망봉사
COTS (connection−oriented transport service) 접속지향전송봉사
CRC (cyclic redundancy check) 순환여유검사
CS (convergence sublayer) 수렴보조층
CSMA (carrier sense multiple access) 반송파수감다중접근
CSMA/CD (carrier sense multiple access with collision detection) 충돌검출이 있는 CSMA
CSU (channel service unit) 통로봉사장치
CTD (cell transfer delay) 셀전송지연
CVDT (cell variation delay tolerance) 셀지연변동허용
DAC (dual attachment concentrator) 2중부속집선기
DAS (dual attachment station) 2중부속국
DC (direct current) 직류
DCE (data circuit−terminating equipment) 자료회선종단장치
DDS (digital data service) 수자자료봉사
DES (data encryption standard) 수자암호화규격
DHCP (dynamic host configuration protocol) 동적호스트구성규약
DIB (directory information base) 등록부정보기지
DLCI (data link connection identifier) 자료련결접속식별자
DMT (discrete multitone technique) 리산다중음조기술
DNS (Domain Name System) 령역이름체계
DPSK (differential phase shift keying) 차동위상편이변조
DQDB (distributed queue dual bus) 분산형대기렬2중모선
DS (directory service) 등록부봉사
DSA (directory system agent) 등록부체계대리
DSL (digital subscriber line) 수자가입자회선
DSU (digital service unit) 수자봉사장치
DSU/CSU (digital service unit/channel service unit) 수자봉사장치/통로봉사장치
DTE (data terminal equipment) 자료말단장치
DUA (directory user agent) 등록부사용자대리
EHF (extremely high frequency) 초극초단파
EIA (Electronics Industries Association) 전자공업협회
EMI (electromagnetic interference) 전자기간섭
ENQ/ACK (enquiry/acknowledgement) 조사/확인
EOT (end of transmission) 전송끝
FCC (Federal Communications Commission) 련방통신위원회
FCS (frame check sequence) 프레임검사렬
FDDI (fiber distributed data interface) 빛섬유분산형자료대면부
FDM (frequent−division multiplexing) 주파수분할다중화
FECN (forward explicit congestion notification) 명백한 정방향혼잡통보
FM (frequency modulation) 주파수변조
FRAD (Frame Relay assembler/disassembler) 프레임중계조립기/분해기
FSK (frequency shift keying) 주파수편이변조
FTAM (file transfer,access,and management) 파일전송, 접근 및 관리
FTP (file transfer protocol) 파일전송규약
FTTC (fiber to the curb) 빛섬유를 구내까지
GFI (general format identifier) 일반형식식별자

HDB3 (high−density bipolar 3) 고밀도쌍극성3

HDLC (high level data link control) 고준위자료련결조종

HDSL (high bit rate digital subscriber line) 고속수자가입자회선

HF (high frequency) 고주파

HTML (HyperText Markup Language) 하이퍼본문표식언어

HTTP (HyperText Transfer Protocol) 하이퍼본문전송규약

ICMP (internet control message protocol) 호상망조종통보규약

IDN (integrated digital network) 종합수자망

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 전기 및 전자공학기사협회

IGMP (internet group message protocol) 호상망그룹통보규약

IP (Internetworking Protocol) 호상망결합규약

IPCP (Internetwork Protocol Control Protocol) 호상망규약조종규약

IPng (IP next generation) 다음세대IP

ISDN (integrated service digital network) 수자식종합통신망

ISO (International Standards Organization) 국제규격화기구

ISOC (Internet Society) 인터네트협회

ITU−T (International Telecommunications Union−Telecommunication standardization Sector) 국제전기통신련맹−원격통신규격화부

JPEG (joint photographic experts group) 합동사진전문가그룹

LAN (local area network) 국부망

LANE (local area network emulation) 국부망모방

LAP (link access procedure) 련결접근절차

LAPB (link access procedure,balanced (or for B channel)) 평형련결접근절차(B통로용)

LAPD (link access procedure for D channel) D통로용련결접근절차

LAPM (link access procedure for modems) 모뎀용련결접근절차

LCN (logical channel number) 론리적통로번호

LCP (Link Control Protocol) 련결조종규약

LEC (LANE client) LANE의뢰기

LED (light−emitting diode) 발광2극소자

LES (LANE server) LANE봉사기

LF (low frequency) 저주파

LLC (logical link control) 론리련결조종

LMI (local management information) 국부관리정보

LRC (longitudinal redundency check) 세로여유검사

LSP (link state packet) 련결상태파케트

LZW (Lempel−Ziv−Welch) 렘펠−지브−웰치

MA (multiple access) 다중접근

MAC (medium access control) 매체접근조종

MAN (metropolitan area network) 도시망

MAU (multistation access unit or medium attachment unit) 다중국접근장치 또는 매체접합장치

MCR (minimum cell rate) 최소셀속도

MF (middle frequency) 중파

MHS (message handling system) 통보취급체계

MIB (management information base) 관리정보기지

MIC (media interface connector) 매체대면부접속기

MIME (Multipurpose Internet Mail Extension) 다목적인터네트확장

MPEG (motion picture experts group) 동화상전문가그룹

MTA (message transfer agent or mail transfer agent) 통보전송대리 또는 우편전송대리

MTS (message transfer system) 통보전송체계
MTSO (mobile telephone switching office) 이동전화교환국
MTU (maximum transfer unit) 최대전송단위
NAK (negative acknowledgment) 부인
NCP (Network Control Protocol) 망조종규약
NIC (network interface card) 망결합기판
NNI (network-to-network interface) 망-망대면부
NRM (normal response mode)규격응답방식
NRZ (nonreturn to zero) 비령복귀
NRZ-I (nonreturn to zero,invert) 반전식비령복귀
NRZ-L (nonreturn to zero,level) 준위비령복귀
NT1 (network termination 1) 망말단 1
NT2 (network termination 2) 망말단 2
NVT (network virtual terminal) 망가상말단
OC (optical carrier) 빛섬유회선
OSI (Open Systems Interconnection) 열린체계접속
P/F (poll/final) 문의/최종
PAD (packet assembler/dissembler) 파케트조립기/분해기
PAM (pulse amplitude modulation) 임풀스진폭변조
PAP (Password Authentication Protocol) 통과단어인증규약
PBX (private branch exchange) 구내교환
PCM (pulse code modulation) 임풀스부호변조
PCR (peak cell rate) 첨두셀속도
PDU (protocol data unit) 규약자료단위
PLP (packet layer protocol) 파케트층규약
PM (phase modulation) 위상변조
POP (Post Office Protocol) 우편국규약
PPP (Point-to-Point Protocol) 점대점규약
PRI (primary rate interface) 1차속도대면부
PSK (phase shift keying) 위상편이변조
PSTN (Public switched Telephone Network) 공중교환전화망
PTI (packet type identifier) 파케트형태식별자
PVC (permanent virtual circuit) 영구가상회선
QAM (quadrature amplitude modulation) 직교진폭변조
QoS (quality of service) 봉사질
RADSL (rate adaptive asymmetrical digital subscriber line) 속도적응비동기수자가입자회선
RARP (reverse address resolution protocol) 역주소해신규약
RIP (routing information protocol) 경로조종정보규약
RSA (Rivest, Sharmir, Adelman) 리베스트, 샤머, 아델만
RZ (return to zero) 령복귀
SAPI (service access point identifier) 봉사접근점식별자
SAR (segmentation and reassembly) 토막화 및 재조립
SAS (single attachment station) 단일부속국
SCR (sustained cell rate) 지속적인 셀속도
SDH (synchronous digital hierarchy) 동기식수자계층구조
SDLC (synchronous data link control) 동기식자료련결조종
SDSL (symmetric digital subscriber line) 대칭수자가입자회선
SFD (start frame delimiter) 시작프레임경계
SHF (superhigh frequency) 극초고주파
SIP (SMDS interface protocol) SMDS대면부규약
SLIP (Serial Line Internet Protocol) 직렬회선인터네트규약
SMDS (switched multimegabit data service) 수메가비트교환자료봉사

SMI (structure of management information) 관리정보의 구조
SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) 단순우편전송규약
SNMP (Simple Network Management Protocol) 단순망관리규약
SONET (Synchronous Optical Network) 동기식빛섬유망
SPDU (session protocol data unit) 대화규약자료단위
STM (synchronous transfer module) 동기전송모듈
STP (shielded twisted-pair) 차폐꼬임쌍선
STS (synchronous transport signal) 동기전송신호
SVC (switched virtual circuit) 가상회선교환
TA (terminal adapter) 말단적응기
TCP (Transmission Control Protocol) 전송조종규약
TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internetworking Protocol) 전송조종규약/호상망결합규약
TDM (time-division multiplexing) 시분할다중화
TE1 (terminal equipment 1) 말단장치1
TE2 (terminal equipment 2) 말단장치 2
TEI (terminal equipment identifier) 말단장치식별자
TELNET (Terminal Network) 말단망
TFTP (Trivial File Transfer Protocol) 평범한 파일전송규약
TP (transmission path) 전송행로
TPDU (transport protocol data unit) 전송규약자료단위
TSI (time-slot interchange) 시간슬로트교환
TTL (time to live) 생존시간
UA (user agent) 사용자대리
UBR (unspecified bit rate) 정의되지 않은 비트속도
UDP (User Datagram Protocol) 사용자데타그람규약
UHF (ultrahigh frequency) 초고주파
UNI (user-to-network interface) 사용자-망대면부
URL (uniform resource locator) 유일자원지적자
UTP (unshielded twisted-pair) 비차폐꼬임쌍선
VBR (varible bit rate) 가변비트속도
VBR-NRT (varible bit rate nonreal time) 가변비트속도비실시간
VBR-RT (varible bit rate real time) 가변비트속도실시간
VC (virtual circuit) 가상회선
VCI (virtual circuit identifier) 가상회선식별자
VDSL (very high bit rate digital subscriber line) 초고속수자가입자회선
VHF (very high frequency) 초단파
VLF (very low frequency) 초저주파
VOFR (Voice Over Frame Relay) 음성신호프레임중계
VP (virtual path) 가상행로
VPI (virtual path identifier) 가상행로식별자
VPI/VCI (virtual path identifier/virtual channel identifier) 가상행로식별자/가상통로식별자
VRC (vertical redundency check) 수직여유검사
VT (virtual terminal or virtual tributary) 가상말단 또는 가상지류
WAN (wide area network) 광지역망
WDM (wave-division multiplexing) 파형분할다중화
WWW (World Wide Web) 세계적 규모의 망

용 어 해 설

ㄱ

가는(케블)이써네트(thin Ethernet) ⇨10Base2

가변비트속도(variable bit rate : VBR)
비트속도를 변화시킬 필요가 있는 사용자를 위한 ATM봉사부류의 자료속도

가변비트속도비실시간(variable bit rate nonreal time : VBR-NRT)
실시간봉사를 필요로 하지 않는 사용자들을 위한 VBR보조부류

가변비트속도실시간(variable bit rate real time : VBR-RT)
실시간봉사를 필요로 하는 사용자들을 위한 VBR보조부류

가상3진부호화(pseudoternary encoding)
쌍극성AMI의 변종으로서 2진수 0을 정 및 부전압사이에서 교번시킨다.

가상말단(virtual terminal : VT)
OSI원격등록가입규약

가상지류(virtual tributary : VT)
SONET프레임에 삽입되며 다른 부분유효전송량과 조합되여 프레임을 다 채우는 부분유효전송량

가상파일(virtual file)
응답자가 창조한 실지파일에 대한 모형

가상파일저장고(virtual filestore)
파일취급을 위한 중개자로 리용될수 있는 파일 및 자료기지에 대한 비현실적인 특정모형

가상행로(virtual path : VP)
ATM에서 두 교환기사이의 접속 또는 접속모임

가상행로식별자(virtual path indentifier)
경로를 식별하는 ATM셀머리부의 마당

가상행로식별자/가상통로식별자(virtual path indentifier/virtual channel identifier : VP/VCI)
ATM셀에 경로를 정해 주기 위하여 함께 리용되는 두개의 마당

가상회선(virtual circuit : VC)
송신콤퓨터와 수신콤퓨터사이에 이루어진 론리적회선. 접속은 두 콤퓨터가 주고받기를 한후에 실현된다. 접속후에 모든 파케트들은 같은 경로를 따라 순서대로 도착한다.

가상회선교환(switched virtual circuit : SVC)
가상회선이 교환기간동안만 창조되여 유지되는 가상회선전송방법

가상회선식별자(virtual circuit identifier : VCI)
통로를 정의하는 ATM셀머리부의 마당

가상회선파케트교환(virtual circuit approach to packet switching)
통보나 대화의 모든 파케트가 꼭 같은 경로를 따르는 파케트교환방법

간격식(interleaving)
매개 장치로부터 규정된 순서로 일정한 량의 자료를 취하는것

감시국(monitor station)
통표고리규약에서 통표를 발생시키고 조종하는것을 담당한 국

감쇠(attenuation)
매질의 저항으로 인한 신호에네르기의 손실

거리벡토르경로조종(distance vector routing)
매개 경로장치가 자기 린접에 그것이

도달할수 있는 망목록과 그 망까지의 거리를 송신하는 경로조종방법

거꿀다중화(inverse multiplexing)
한개 원천에서 자료를 취하고 그것을 보다 저속인 회선으로 보낼수 있는 부분으로 분할하는것

검사합(checksum)
오유검출에 리용되는 마당. 이것은 비트렬들을 1의 보수연산으로 더하고 그 결과를 보수로 취하여 형성된다.

격자부호화변조(trellis-coded modulation)
오유교정을 동반하는 변조기술

경간나무알고리듬(spanning tree algorithm)
두개의 LAN이 여러개의 다리에 의하여 접속될 때 순환을 방지하는 알고리듬

경계대역(guard band)
두 신호를 분리하는 대역너비

경로(route)
파케트가 전송되는 행로

경로발견(route discovery)
자료단위가 취해야 하는 최량경로를 찾는 과제

경로조종(routing)
경로조종기가 수행하는 과정

경로조종교환기(routing switch)
망층의 목적지주소를 리용하여 다르와 경로조종기의 기능을 조합하는 교환기

경로조종기(router)
OSI모형의 첫 세개 층에서 동작하는 호상망결합장치. 경로조종기는 둘 또는 그 이상의 망에 접속되여 한 망으로부터 다른 망으로 파케트를 전달한다.

경로조종정보규약(routing information protocol :RIP)
거리벡토르경로조종알고리듬에 기초한 경로조종규약

경로조종표(routing table)
경로조종기가 파케트의 경로를 정하는데 필요한 정보를 포함하는 표. 그 정보는 망주소, 비용, 다음 반사의 주소 등을 포함한다.

경로조종알고리듬(routing algorithm)
파케트의 최량경로를 결정하기 위하여 경로조종기에 리용되는 알고리듬

경쟁(contention)
둘 또는 그 이상의 장치들이 같은 통로에 같은 순간에 송신하려고 하는 접근방법

고리형위상구조(ring topology)
장치들이 고리에 련결되는 망결합형태. 고리의 매개 장치는 그앞의 장치에서 자료단위를 수신하고 그것을 재생하며 다음장치에로 전송한다.

고밀도쌍극성3(high-density bipolar 3:HDB3)
유럽에서 리용되는 0으로 된 긴렬의 동기화를 보장하는 수자-수자부호화방법

고속수자가입자회선(high bit rate digital subscriber line :HDSL)
감쇠효과를 줄이도록 2B1Q부호화를 리용하는 DSL에 기초한 기술

고속이써네트(fast Ethernet) ⇨100Base-T

고정비트속도(constant bit rate :CBR)
실시간음성 및 영상봉사를 요구하는 손님들을 위하여 설계된 ATM봉사부류의 자료속도

고조파(harmonics)
수자신호의 성분들로써 매개는 각이한 진폭, 주파수, 위상을 가진다.

고주파(high frequency :HF)
직선상의 전파를 리용하는 3~30MHz범위의 무선파

고준위자료련결조종(high-level data link control :HDLC)

ISO에서 정의된 비트지향자료련결규약. X.25규약에서 리용된다. 다른 규약들에서는 련결접근절차(LAP)라는 보조모임이 리용된다. 이것은 또한 LAN에서 리용되는 많은 자료련결규약들의 기초로 된다.

공간분할교환(Space−division switching)
경로들이 서로 공간적으로 분리된 교환

공간전파(space propagation)
이온층으로 침투할수 있는 전파형식

공개열쇠(public key)
공개열쇠암호화에서 모두가 알려 진 열쇠

공개열쇠암호화(public key encryption)
비가역적암호화알고리듬에 기초한 암호화방법. 이 방법은 두가지 형태의 열쇠를 리용한다. 공개열쇠는 공개된것이고 비공개열쇠(비밀열쇠)는 수신기에만 알려 진다.

공동관리정보규약(common management information protocol :CMIP)
OSI관리봉사를 실현하기 위한 규약

공동관리정보봉사(common management information service :CMIS)
OSI관리봉사

공동관리정보봉사요소(common management information service element:CMISE)
CMIS가 보장하는 특정의 봉사

공동통로대면부(common gateway interface :CGI)
HTTP봉사기들과 실행프로그람들사이의 통신을 위한 규격. CGI는 동쪽문서들을 창조하는데 리용된다.

공중교환전화망(Public Switched Telephone Network :PSTN)
현재 사용하고 있는 회선교환전화망

공중통신사업자(common carrier)
대중이 리용할수 있으며 공중리용규정에 속하는 전송시설

교갑화(encapsulation)
한 규약에서의 자료단위가 다른 규약 자료단위의 자료마당안에 놓이는 기술

교번표식반전(alternate mark inversion :AMI)
1을 표시하는 진폭이 정 및 부전압사이에서 교번하는 수자−수자쌍극성부호화방법

교차점(crosspoint)
크로스바교환기의 입구와 출구의 접합

교환/56(switched/56)
두 사용자사이의 일시적인 56kbps의 수자접속

교환기(switch)
여러 통신회선들을 함께 접속하는 장치

교환이써네트(switched Ethernet)
집선기대신교환기가 목적지까지 전송방향을 잡아 주는 이써네트

구간부가비트(section overhead)
SONET구간층에서 리용되는 조종정보

구간층(section layer)
물리적구간을 따라 신호의 이동을 담당하는 SONET층

구내교환기(private branch exchange :PBX)
공중전화망에 접근할수 있게 하는 확장회선상의 전화를 위한 교환체계

국부관리정보(local management information :LMI)
프레임중계에서 관리특징들을 보장하는데 리용되는 규약

국부등록가입(local login) ⇨국부접근

국부망(local area network :LAN)
한 건물안에 또는 서로 가까이에 있는 건물들에서 장치들을 접속하는 망

국부망모방(local area network emulation :LANE)
ATM교환기가 LAN교환기처럼 동작하게 할수 있는 쏘프트웨어

국부접근(local access)
콤퓨터에 직접 련결된 말단을 리용하는것

국부회선(local loop)
가입자를 중앙전화국에 접속시키는 련결고리

국제규격화기구(International Standards Organization :ISO)
여러가지 규격들을 정의하고 개발하는 전세계규모의 조직

국제원격통신련맹-원격통신규격화부(International Telecommunications Union? Telecommunication Standardization sector : ITU-T)
이전에 CCITT로 알려 졌던 원격통신규격화조직

굴절(refraction)
빛이 한 매질에서 다른 매질로 지나갈때 구부러 지는 현상

굴절각(angle of refraction)
광학에서 두 매질의 경계면에서 굴절된 광선과 경계면의 법선이 형성하는 각

굵은(케블)이써네트(thick Ethernet) ⇨ 10Base5

규격(standard)
누구나 다 동의하는 기초 또는 모형

규격제정위원회(standards creation committee)
모두에게 동의가 가는 기초 또는 모형을 만들어 내는 그룹

규약(protocol) 통신규칙

규약변환기(protocol converter)
한 규약을 다른것으로 변화시키는 관문과 같은 장치

규약자료단위(protocol data unit :PDU)
OSI모형에서 매층에서 정의된 자료단위. 특히 LLC보조층에서 IEEE802.2가 규정한 자료단위

그룹(group)
12개의 음성통로가 다중화되여 만들어진 상사신호

그물위상구조(mesh topology)
매개 장치들에 전용점대점련결고리가 있는 망구조형식

극성부호화(polar encoding)
두개의 진폭준위(정 및 부)를 리용하는 수자-상사부호화방법

극초고주파(superhigh frequency : SHF)
직선전파, 공간전파를 리용하는 3~30GHz 대역의 무선파

극초단파(microwave)
2~40GHz범위의 전자기파

극초단파전송(microwave transmission)
극초단파를 리용하는 통신

기가비트이써네트(Gigabit Ethernet)
1Gbps 의 자료속도를 리용하는 이써네트기술

기가헤르쯔(gigahertz : GHz)
10^9헤르쯔

기발(flag)
HDLC에서 수신기가 프레임의 시작 또는 끝을 경계하는 마당

기본동기점(major synchronization point)
대화가 계속되기전에 확정되여야 하는 동기점

기수기우성(odd parity)
1bit의 총합이 기수가 되게 자료단위에 추가비트를 첨가하는 오유검출방법

기준머리부(base header)
IPv6에서 데타그람의 기본머리부

기초대역(baseband)
신호가 반송파를 변조하지 않고 통로에 직접 전송되는 기술을 가리키는 말

기초부호화규칙(basic encoding rule :BER)
망에 자료를 전송할수 있게 부호화하는 규격

기초속도대면부(basic rate interface :BRI)
ISDN에서 B통로(64kbps)와 D통로(16kbps)를 보장하는 전기적대면부. 총적인 자료속도는 192kbps인데 얼마간의 부가비트를 포함한다.

기우성검사(parity check)
기후성비트를 리용하는 오유검출방법

기우성비트(parity bit)
오유검사를 위하여 자료단위(보통문자)에 첨가되는 여유비트

긴급자료(urgent data)
TCP/IP에서 가능한껏 빨리 응용프로그람에 전달되여야 하는 자료

과잉집중송신크기(excess burst size :B_e)
프레임중계에서 사용자가 미리 정해 진 시간동안 송신할수 있는 최대 Bc초과비트수

관리자(manager)
SNMP의뢰기프로그람을 실행하는 주콤퓨터

관리정보기지(management information base :MIB)
망관리에 필요한 정보를 유지하는 SNMP가 리용하는 자료기지

관리정보의 구조(structure of management information : SMI)
SNMP에서 망관리에 리용되는 요소

관리평면(management plane)
ISDN에서 사용자와 조종평면을 다 둘러싸며 전체 망을 관리하는데 리용되는 층모임

관리프레임(supervisory frame) ⇨S프레임

관문(gateway)
각이한 통신규약을 리용하는 서로 다른 두 망을 련결하는데 리용되는 장치

광대역(broadband)
신호가 매체의 대역너비를 공유하는 기술을 가리키는 말

광대역ISDN(broadband ISDN: B–ISDN)
셀중개전송에 기초한 고속자료전송을 가진 ISDN

광지역망(wide area network : WAN)
지리적으로 먼 거리까지 포괄하는 기술을 리용하는 망

광학층(photonic layer)
OSI모형의 물리층에 대응하는 SONET층

권리상규격(de jure standard)
공식적으로 인정된 기구에서 법적으로 제정된 규격

ㄴ

나노초(nanosecond :ns)
10^{-9}초

나라령역(country domain)
나라를 식별하기 위하여 뒤붙이로서 두개 문자를 리용하는 령역이름체계의 보조령역

나무형위상구조(tree topology)
국들이 계층구조의 집선기에 련결되는 망형태. 나무형은 별형을 여러 준위로 확장한것이다.

나팔안테나(horn antenna)
지상 극초단파통신에 리용되는 국자모양의 안테나

나이키스트정리(Nyquist theorem)
상사신호를 적당히 표현하는데 필요한 표본수는 본래신호의 최고주파수의 두배라는것을 서술하는 정리

녹아우트교환기(knockout switch)
충돌을 피하기 위하여 역다중화기와 대기렬렬이 출구에서 셀들을 관리하는 보강된 크로스바교환기

능동문서(active document)
WWW의 국부싸이트에서 실행되는 쟈바를 리용하는 문서

능동집선기(active hub)
신호를 반복하거나 재생하는 집선기, 반복기로서의 기능을 수행한다.

내리다중화(downward multiplexing)
단일접속을 몇개의 경로로 쪼개서 처리능력을 개선하는 전송기술

내리적재(downloading)
파일이나 자료를 원격싸이트로부터 검색하는것

내리회선(downlink)
위성에서 지상국에로의 송신

ㄷ

다계단교환기(multistage switch)
교차점의 수를 줄이도록 설계된 교환기배렬

다른대역신호화(out-of-band signaling)
조종자료와 사용자자료가 다른 통로들로 전달되는 신호화방법

다리(bridge)
려파와 전송능력을 가진 OSI모형의 첫 두개 층에서 동작하는 망장치

다리/경로조종기(brouter : bridge/router)
다리와 경로조종기 두가지로 동작하는 장치

다목적인터네트우편확장(Multipurpose Internet Mail Extension :MIME)
비ASCII자료를 SMTP를 통하여 송신할수 있게 하는 SMTP에 대한 보충

다중국접근장치(multistation access unit :MAU)
통표고리에서 개별적인 자동교환기들을 수용하는 장치

다중규약경로조종기(multiprotocol router)
각이한 규약으로부터의 파케트를 취급할수 있는 경로조종기

다중기(multiplexer :MUX)
다중화에 리용되는 장치

다중방식경사형굴절률빛섬유(multimode graded-index fiber)
속심이 경사형굴절률을 가지는 빛섬유

다중방식계단형굴절률빛섬유(multimode step-index fiber)
속심의 굴절률이 균일한 빛섬유. 굴절률은 속심과 피복재경계에서 갑자기 변화된다.

다중분기선구성(multidrop line configuration)
다중분기회선구성에 대한 또 다른 이름

다중분기회선구성(multipoint line configuration)
3개 이상의 장치가 통신회선을 공동으로 공유하는 회선구성형식

다중수신자송신(multicasting)
한개 파케트를 선택된 여러 수신기들에 보내게 하는 전송방법

다중수신자송신주소(multicast address)
다중수신자송신에 리용되는 주소

다중접근(multiple access :MA)
매개 국이 회선에 자유로이 접근할수 있는 회선접근방법

다중포구다리(multiport bridge)

둘이상의 LAN을 접속시키는 다리

다중화(multiplexing)
여러 원천에서의 신호들을 한개 자료련결고리로 전송하기 위하여 조합하는 과정

다치기-음조번호돌리기(Touch-Tone dialing)
매개 건이 두개의 작은 상사신호버스트로 표시되는 전화번호돌리기방법

다음세대IP(IP next generation :IPng) →IPv6

단극성부호화(unipolar encoding)
령이 아닌 값으로서 1 또는 0을 표시하고 다른 비트는 령값으로 표시되는 수자-수자부호화방법

단순다리(simple bridge)
두개의 토막을 련결하는 망결합장치. 수동적인 관리와 갱신을 필요로 한다.

단순망관리규약(Simple Network Management Protocol : SNMP)
인터네트에서 관리과정을 규정하는 TCP/IP규약

단순우편전송규약(Simple Mail Transfer Protocol : SMTP)
인터네트에 대한 전자우편봉사를 규정하는 TCP/IP규약

단편T**형회선**(fractional T line)
여러 사용자가 공유하는 T형회선

단일문자암호화(monoalphabetic encryption)
어떤 문자가 나타나면 그 문자모임의 다른 문자로 치환하는 치환암호화방법

단일방식빛섬유(single-mode fiber)
빛묶음을 아주 좁은 각으로 제한하여 거의 수평광속만 있게 하는 극히 작은 직경의 빛섬유

단일부속국(single attachment station : SAS)
FDDI에서 하나의 고리에만 접속될수 있는 국

단일비트오유(single-bit error)
오직 한개의 비트만이 감시되는 자료단위오유

단일수신자송신(unicast)
파케트를 하나의 목적지에 보내는것

더하기/떨구기다중기(add/drop multiplexer)
각이한 원천으로부터의 신호를 다중화하거나 신호를 여러 목적지에로 분배하는 SONET장치

도시망(metropolitan area network :MAN)
한개 도시크기의 지리적지역을 포괄하는 망

도전적주고받기인증규약(Challenge Handshake Authentication Protocol :CHAP)
PPP에서 인증을 위하여 리용되는 세단계주고받기규약

동기식빛섬유망(Synchronous Optical Network : SONET)
ANSI에서 빛섬유기술을 위하여 개발한 규격어로서 고속자료전송을 할수 있다. 그것은 또한 본문, 음성, 영상을 전송할수 있다.

동기식수자계층구조(Synchronous Digital Hierarchy : SDH)
SONET에 대한 ITU-T 등가물

동기식시분할다중화(synchronous time-division multiplexing)
매개 프레임이 매개 장치에 대하여 적어도 한개의 시간슬로트를 포함하는 다중화기술

동기식전송(synchronous transmission)
송신기와 수신기사이에 일정한 시간관계를 요구하는 전송방법

동기자료련결조종(synchronous data link control : SDLC)
IBM에서 개척한 HDLC선봉자

동기전송모듈(synchronous transport module : STM)
SDH계층구조에서의 신호

동기전송신호(synchronous transport signal : STS)
SONET계층구조에서의 신호

동기점(synchronization points)
흐름 및 오유조종을 목적으로 대화층이 자료에 인입하는 기준점들

동등계층규약(peer-to-peer protocol)
OSI모형에서 두개의 동일한 층사이의 통신규칙을 정의하는 규약

동적문서(dynamic document)
봉사기싸이트에서 CGI프로그람을 실행하여 창조한 Web문서

동적호스트구성규약(dynamic host configuration protocol :DHCP)
구성정보를 동적으로 배당하는 BOOTP의 확장

동축케블(coaxial cable)
도선과 절연재료, 차폐피복으로 이루어진 전송매체

동화상전문가그룹(motion picture experts group :MPEG)
영상을 압축하는 방법

등록부봉사(directory service :DS)
개별적인 전자우편주소를 보장할수 있는 봉사

등록부사용자대리(directory user agent :DUA)
사용자와 통신하고 사용자요구를 DSA로 보내는 DS의 부분

등록부정보기지(directory information base : DIB)
OSI등록부봉사에 대한 자료기지를 만드는 인입점들의 모임

등록부체계대리체(directory system agent: DSA)
요구들을 취급하는 DS의 부분

대기권전파(tropospheric propagation)
안테나로부터 안테나까지 또는 지구-대기권-지구의 직선전송

대기렬(queue)
대기렬 즉 기다리는 렬 또는 행

대류권(troposphere)
지구를 둘러 싸고 있는 대기층

대리(agent)
SNMP봉사기프로그람을 실현하는 경로조종기 또는 호스트(주콤퓨터)

대면부(interface)
두 장비사이의 경계, 이것은 접속에 대한 기계적, 전기적 및 기능적특성을 가리킬수도 있다.

대칭구성(symmetrical configuration)
련결고리의 매개 물리적국들이 두개의 론리적국 즉 1차국과 2차국으로 되는 구성형식

대칭수자가입자회선(symmetric digital subscriber line : SDSL)
HDSL에 비슷하지만 단일 꼬임쌍선케블을 리용하는 DSL에 기초하는 기술

대화(dialog)
두 통신장치사이의 교환

대화규약자료단위(session protocol data unit :SPDU)
OSI모형의 대화층에서 정의된 자료단위

대화층(session layer)
OSI모형의 5번째 층으로서 두 사용자사이의 론리적인 련결을 확립하고 관리하며 끝맺는것을 담당한다.

대역너비(bandwidth)
합성신호의 최대주파수와 최저주파수의

차. 이것은 또한 회선이나 망의 정보전송능력을 재는 량으로 된다.

대역내신호화(in–band signaling)
조종과 사용자자료가 같은 통로를 공유하는 신호화방법

데시벨(decibel : dB)
두 신호점들의 상대세기에 대한 측정단위

데타그람(datagram)
파케트교환에서 독립적인 자료단위

ㄹ

련결고리(link)
한 장치에서 다른 장치에로 자료를 전송하는 물리적통신경로

련결상태경로조종(link state routing)
매개 경로조종기가 자기 린접에서의 변화에 대한 지식을 다른 모든 경로조종기들과 공유하는 경로조종방법

련결상태자료기지(link state database)
련결상태경로조종에서 LSP파케트로부터 창조되고 모든 경로조종기들에 공통인 자료기지

련결상태파케트(link state packet :LSP)
련결상태경로조종에서 한 경로조종기가 다른 모든 경로조종기들에 보낸 경로조종정보를 포함하는 작은 파케트

련결접근절차(link access procedure :LAP)
HDLC에서 유래된 비트지향자료련결규약

련결조종규약(Link Control Protocol :LCP)
련결고리를 확립하고 유지하며 구성하고 끝맺는것을 담당한 PPP규약

련방통신위원회(Federal Communications Commission : FCC)
라지오, 텔레비존, 원격통신을 조종하는 정부기관

련속길이부호화(run–length encoding)
련속되는 기호를 그 기호와 기호수로 바꾸는 압축방법

령복귀(return to zero :RZ)
신호전압이 비트간격의 두번째 절반기간동안 령으로 되는 수자–수자부호화기술

령역이름체계(Domain Name System :DNS)
사용자에게 친숙한 이름을 IP주소로 변환하는 TCP/IP응용봉사

론리적련결조종(logical link control : LLC)
IEEE 프로젝트 802.2에서 정의된 자료련결층의 웃보조층

론리적주소(logical address)
망층에서 정의된 주소

론리통로번호(logical channel number :LCN)
X.25에서 가상회선식별자

루실바께쯔알고리듬(leaky bucket algorithm)
파렬적인 통신량을 형성하는 알고리듬

리산다중음조기술(discrete multitone technique :DMT)
QAM과 FDM요소들을 조합한 변조방법

림계각(critical angle)
굴절에서 90°의 굴절각을 보장하는 입사각

레이자(laser)
강제복사에 의한 빛증폭에 대한 머리글자. 빛섬유전송에서 광원으로 리용될수 있는 순수하고 좁은 광속이다.

ㅁ

마디–마디전송(node–to–node delivery)
한 마디점에서 다른 마디점에로의 자료단위전송

마디점(node)
망우의 주소화가능한 통신장치(실례로 콤퓨터나 경로조종기)

마스크화(masking)

IP주소로부터 물리적망의 주소를 추출하는 방법

만체스터부호화(Manchester encoding)
동기화를 목적으로 매개 비트간격의 중간에서 이행이 일어 나는 수자-수자극성부호화방법

말단망(Terminal Network :TELNET)
원격등록가입을 가능하게 하는 일반용의뢰기-봉사기프로그람

말단장치1(terminal equipment 1:TE1)
ISDN규격말단

말단장치2(terminal equipment 2:TE2)
비ISDN말단

말단장치식별자(terminal equipment identifier : TE1)
말단장치를 식별하는 LAPD마당

말단적응기(terminal adapter : TA)
비 ISDN말단으로부터의 정보를 ISDN망에서 나를수 있는 형식으로 변환하는 장치

말새기(crosstalk)
한 회선에 다른 회선의 신호에 의하여 발생하는 잡음

망(network)
자료, 하드웨어, 쏘프트웨어를 공유하도록 접속된 마디점들로 이루어 진 체계

망가상말단(network virtual terminal :NVT)
원격등록가입을 가능하게 하는 TCP/IP 응용규약

망결합기판(network interface card :NIC)
국이 망에 련결될수 있게 하는 회로를 포함한 내부 또는 외부전자장치

망결합상태(networking state)
사용자자료파케트와 조종파케트가 송신되는 PPP상태

망대망대면부(network−to−network interface :NNI)
두개의 광지역망사이 또는 광지역망내에서 두 교환기사이의 대면부

망말단 1(network termination 1:NT1)
ISDN에서 사용자싸이트와 중앙국사이에서 OSI모형에서 첫번째 층에 관계된 기능을 수행하는 장치들

망말단 2(network termination 2 :NT2)
ISDN에서 OSI모형의 첫 3개 층에 해당한 기능을 수행하는 장치들

망식별자(net ID)
망을 식별하는 IP주소의 부분

망조종규약(Network Control Protocol :NCP)
PPP에서 망층규약으로부터의 자료를 교갑화하게 하는 조종규약모임

망층(network layer)
OSI모형의 세번째 층으로서 최종목적지에 파케트를 전송하는것을 담당한다.

머리부(header)
자료파케트의 시작부분에 첨가된 조종정보

명백한 역방향혼잡통보(backward explicit congestion notification :BECN)
송신자에게 혼잡을 통지하는 프레임중계파케트의 한 비트

명백한 정방향혼잡통보(forward explicit congestion notification :FECN)
목적지에 혼잡을 통지하는 프레임중계파케트의 한 비트

모뎀(modem)
변조기와 복조기로 이루어 진 장치. 이것은 수자신호를 상사신호로 변환하며(변조)그 반대로도 한다(복조).

모뎀용 LAP(link access procedure for modems :LAPM)
모뎀을 위한 LAP규약

모르스부호(Morse code)
각이한 길이의 마크와 공백조합으로 자료를 부호화하는 통계적압축방법

모선위상구조(bus topology)
모든 콤퓨터들이 공유된 매체(흔히 단일케블)에 부속된 망위상구조

목적주소(destination address : DA)
자료단위수신기의 주소

무반송파진폭/위상변조(carrierless amplitude/phase :CAP)
QAM과 비슷한 변조기술인데 반송신호가 없다.

무번호프레임(unnumbered frame) ⇨U-프레임

무선통신(wireless communication)
비안내매체를 리용하는 자료통신

무선파(radio wave)
3kHz~300GHz범위의 전자기에네르기

무접속망봉사(connectionless network service :CLNS)
접속실현 및 종결에 대한 형식적규칙이 없는 망준위규약

무접속봉사(connectionless service)
접속실현 및 종결이 없는 자료전송봉사

무접속전송(connectionless transmission)
접속실현이나 종결이 없는 자료전송

무접속전송봉사(connectionless transport service :CLTS)
형식적인 접속실현 또는 종결이 없는 전송준위의 자료전송규약

문자준위암호화(character-level encryption)
문자가 암호화의 단위로 되는 관습적인 암호화방법

문자지향규약(character-oriented protocol)
프레임이나 파케트가 문자렬로 해석되는 규약

문장론(syntax)
자료구조 또는 형식

문의(poll)
1차/2차접근방법에서 1차국이 전송하려는 자료가 있을 때 2차국에 문의하는 절차

문의/선택(poll/select)
문의 및 선택절차를 리용하는 접근방법규약→문의, 선택

문의/최종비트(poll/final :P/F bit)
HDLC의 조종마당비트. 1차가 통신하고 있다면 그것은 문의비트이며 2차가 송신하고 있다면 최종비트이다.

물리주소(physical address)
자료련결층에서 리용되는 장치의 주소(MAC주소)

물리층(physical layer)
OSI모형의 첫층. 매체의 기계적 및 전기적특성를 담당한다.

미국국가규격협회(American National Standards Institute :ANSI)
규격을 제정하는 미국국가규격조직

미리초(millisecond :ms)
10^{-3}초.

미크로초(microsecond : μs)
10^{-6}초

미끄럼창문(sliding window)
확인을 접수하기전까지 여러개의 자료단위들이 이행상태에 있을수 있게 하는 규약

미끄럼창문ARQ(sliding window)
ARQ 미끄럼창문개념을 리용하는 오유조종규약

믿음성 있는 전송(reliable delivery)
중복, 손실, 파케트순서어김이 없는 통보의 수신

매체(medium)
자료가 전송되는 물리적경로

매체대면부접속기(media interface connector :MIC)
FDDI에서 리용되는 대면부기판형식

매체대역너비(medium bandwidth)
매체가 지원할수 있는 최고 및 최저주파수사이의 차

매체접근조종(medium access control :MAC)
IEEE 프로젝트 802.2에서 정의된 자료련결층의 보다 낮은 보조층. 각이한 국부망규약들에서의 접근방법과 접근조종을 정의한다.

매체접합장치(medium attachment unit :MAU) ⇨송수신기

메가헤르쯔(megahertz :MHz)
백만헤르쯔

ㅂ

바이트(byte)
8개의 비트그.

바이트지향규약(byte−oriented protocol) ⇨문자지향규약

반2중통신방식(half−duplex mode)
통신이 두 방향으로 진행되지만 동시에 할수 없는 전송방식

반복기(repeater)
신호를 재생함으로써 신호가 전달될수 있는 거리를 확장하는 장치

반사(reflection)
두 매질의 경계에서 빛이 되돌이하는 현상

반사각(angle of reflection)
광학에서 두 매질경계면에서 반사된 광선과 경계면의 법선이 형성하는 각

반사계수(hop count)
경로를 따르는 마디들의 개수, 이것은 경로조종알고리듬에서 거리에 대한 측정량이다.

반송신호(carrier signal)
수자−상사, 상사−상사변조에 리용되는 고주파신호. 반송신호의 특징들(진폭, 주파수, 위상)중 하나가 변조자료에 따라 변화된다.

반송파수감다중접근(carrier sense multiple access :CSMA)
매개 국들이 자료를송신하기전에 회선상태를 듣는 련결접근방법

반전령역(inverse domain)
IP주소에 주어 진 령역이름을 찾는 DNS의 보조령역

반전식비령복귀(nonreturn to zero, invert :NRZ−I)
신호준위가 1이 있을 때마다 반전되는 NRZ부호화 방법

반얀교환기(banyan swich)
매개 단에서 극소스위치들이 셀들을 출구포구에 준하여 경로조종하는 여러단교환기

발광2극소자(light−emitting diode :LED)
빛섬유를 위한 광원. 보통 짧은 거리로 제한된다.

방송(broadcasting)
망에 있는 모든 마디들에 통보를 송신하는것

방송/무명봉사기(broadcast/unknown server :BUS)
프레임을 방송할수 있는 ATM교환기에 련결된 봉사기

방향변경(redirection)
송신기에게 더 좋은 경로를 알려 주는 ICMP통보

버리기자격(discard eligibility :DE)

망에 혼잡이 조성되면 파케트가 버려질 수 있다는것을 정의한 비트

변조(modulation)
정보운반신호로 반송파의 하나 또는 그 이상의 특성을 변경시키는것

변조기(modulator)
전화회선을 따라 전송하기에 알맞게 수자신호를 상사신호로 변환하는 장치

변환(translation)
한개 부호나 규약을 다른것으로 변환하는것

별자리(constellation)
수자-상사변조에서 각이한 비트조합에 대한 위상 및 진폭의 그라프적인 표시

별형LAN(star LAN)
국들이 직렬련결되여 1Mbps의 자료속도를 가지는 별형망형태를 리용한 LAN

별형위상구조(star topology)
모든 국들이 중심장치(집선기)에 부속되는 망형태

병렬전송(parallel transmission)
비트그룹이 동시에 보내지는 전송.매개 비트는 따로따로의 련결고리를 리용한다.

보드속도(baud rate)
초당 송신되는 신호요소의 수. 신호요소는 한개 또는 여러개의 비트로 이루어진다.

보충봉사(supplementary services)
배어러봉사, 원격봉사에 대한 추가적인 기능을 보장하는 ISDN봉사

보안(security)
권한외의 접근, 비루스, 큰 재난으로부터 망을 보호하는것

복조(demodulation)
정보를 나르는 신호로부터 반송신호를 분리해내는 과정

복조기(demodulator)
복조를 실현하는 장치

복호화(decryption)
암호화된 자료에서 본래 통보를 회복하는것

봉사기(server)
다른 프로그람(의뢰기)에 대한 봉사를 제공하는 프로그람

봉사접근점(service access point :SAP)
규약사용자를 식별하는 주소형식

봉사접근점식별자(service access point identifier :SAPI)
ISDN에서 규약사용자를 식별하는 주소형식

봉사질(quality of service :QoS)
ATM에서 접속성능에 관한 속성모임

부가비트(overhead)
조종을 목적으로 자료단위에 첨가되는 추가비트

부가식(piggybacking)
자료프레임에 확인을 포함시키는것

부분망(subnet)
망의 일부분

부분망분할(subnetting)
망을 보다 작은 망으로 더 분할하는것

부분망주소(subnetwork address)
부분망의 주소

부호 있는 수(Signed number)
부호(+또는 -)를 포함하는 2진수의 표현. 부호 있는 수는 세가지형식으로 표시될수 있다. 즉 부호-크기, 1의 보수, 2의 보수

부호(code)
단어나 또는 어떤 작용을 상징하는 기호들의 배렬

부호화(encoding)
정보를 신호로 변환하는것

부호없는 수(unsigned number)
2진수를 부호없이 표시한것

부인(negative acknowledgement :NAK)
수신된 자료의 제거를 나타내기 위하여 보내는 통보

분산봉사(distributive services)
B-ISDN에서 제공자로부터 가입자에로 자동적으로 보내지는 단일방향봉사

분산처리(distributed processing)
망을 위하여 보장된 봉사가 여러 싸이트에 존재하는 전략

분산형대기렬2중모선(distributed queue dual bus :DQDB)
SMDS에서 리용되는 규약(IEEE802.6)

블로크검사총계(block check count :BCC)
BSC프레임의 끝에 있는 오유검출을 위하여 리용되는 하나 또는 두개의 문자

블로크화된 비동기전송(blocked asynchronous transmission :BLAST)
XMODEM의 강력한 변종으로서 반2중통신과 미끄럼창문흐름조종으로 특징이 있다.

비공개열쇠(private key)
관습적인 암호화에서 오직 하나의 장치쌍 즉 송신기와 수신기만이 공유하는 열쇠. 공개열쇠암호화에서 비공개열쇠는 오직 수신기에만 알려 진다.

비그너암호(Vignere cipher)
평문의 문자위치와 알파베트순서의 문자위치를 리용하는 여러 문자치환방법

비기본동기점(minor synchronization point)
대화가 계속되기전에 확정되도 좋고 안되도 좋은 동기점

비동기규약(asynchronous protocol)
비동기전송을 위한 규칙모임

비동기시분할다중화(asynchronous time-division multiplexing)
련결고리시간이 련결고리들의 활성에 따라 동적으로 배당되는 시분할다중화

비동기전송(asynchronous transmission)
시작 및 정지비트가 있으며 자료단위사이의 시간구간이 가변하는 자료전송

비동기전송방식(Asynchronous Transfer Mode :ATM)
고속자료전송과 동일한 크기의 파케트로 특징 짓는 광지역망규약. ATM은 본문, 음성, 영상자료전송에 적당하다.

비동기평형방식(asynchronous balanced mode :ABM)
HDLC에서 모든 국들이 동등한 통신방식

비동기응답방식(asynchronous response mode :ARM)
2차장치가 전송을 초기화하도록 되여 있는 1차와 2차장치사이의 통신방식

비대칭수자가입자회선(asymmetric digital subscriber line :ADSL)
한 방향의 자료흐름속도가 다른 방향의 자료흐름속도보다 높은 통신기술

비데오회의(videoconferencing)
사용자그룹이 망을 통하여 정보를 교환할수 있게 하는 봉사

비령복귀(nonreturn to zero :NRZ)
신호준위가 항상 정 또는 부준위로 되는 수자-수자극성부호화방법

비손실자료압축(lossless data compression)
자료가 손실되지 않는 자료압축

비주기신호(aperiodic signal)
어떤 패턴이나 반복주기가 없는 신호

비차폐꼬임쌍선(unshielded twisted-pair :UTP)
잡음과 말새기를 감소시키기 위하여 꼬아서 만든 도선케블

비트(bit)

2진수자. 정보의 최소단위로서 1 또는 0 이다.

비트간격(bit interval)
한 비트를 보내는데 요구되는 시간

비트삽입(bit stuffing)
HDLC에서 수신기가 자료를 기발로 잘못 판단하지 않도록 추가로 0을 첨가하는것. 동기식 TDM에서 동기화목적을 위하여 비트를 첨가하는 기술이다.

비트속도(bit rate)
초당 전송되는 비트수

비트준위암호화(bit−level encryption)
자료가 암호화전에 먼저 비트블로크로 분할되는 관습적인 암호화방법

비트지향규약(bit−oriented protocol)
프레임이 비트흐름으로 보이는 규약

비평형구성(unbalanced configuration)
한 장치는 1차로 되고 다른 장치는 2차로 되는 HDLC구성체계

비안내매체(unguided medium)
물리적경계가 없는 전송매체

빛섬유(optical fiber) ⇨빛섬유케블

빛섬유를 구내까지(fiber to the curb :FTTC)
빛섬유가 여러 가입자들의 구내까지 부설되는 비용감소자료전송방법

빛섬유분산형자료대면부(fiber distributed data interface : FDDI)
ANSI에서 규정된 고속(100Mbps)LAN으로서 빛섬유, 2중고리위상구조, 통표넘기기접근방법을 리용한다. 오늘날 FDDI망은 MAN으로 리용되기도 한다.

빛섬유케블(fiber−optic cable)
자료신호를 빛임풀스형태로 나르는 대역너비가 넓은 전송매체. 유리 또는 수지속심과 그것을 둘러 싼 동심의 유리 및 수지피복재로 되여 있다.

빛섬유회선(optical carrier :OC)
SONET에서 정의된 빛섬유회선들의 계층구조. 계층구조는 10개까지의 회선을 정의한다(OC−1, OC−3, OC−12, …OC−192).매개는 자료전송속도가 다르다.

배쳐−반얀교환기(Batcher−banyan switch)
교환기(이전의 반얀교환기)가 셀들을 목적지에 따라 분류하는 보강된 반얀교환기

배타론리합(exclusive OR : XOR)
배타론리합연산을 리용하는 비트준위암호와 기술

배어러봉사(bearer services)
ISDN에서 전송내용을 조작하지 않는 봉사

배어러통로(bearer channel)
ISDN에서 64kbps의 자료속도를 가진 통로형식. 기초사용자통로이다.

벨만−포드알고리듬(Bellman−Ford algorithm)
거리벡토르경로조종방법에서 경로표를 계산하는데 리용되는 알고리듬

벨모뎀(Bell modems)
벨전화회사에서 생산된 모뎀

벨코(Bellcore)
벨통신연구소

ㅅ

사슬련결(concatenation)
대화층에서 오는 둘이상의 자료단위를 조합하여 전송층에서의 한 토막을 형성하는것

사실상규격(de facto standard)
규격조직에서 승인되지는 않았지만 널리 리용되는 규격으로서 채용된 규격

사용자−망대면부(user−to−network interface :UNI)

ATM에서 점파(사용자) ATM교환기사이의 대면부

사용자대리(user agent : UA)
통보를 준비하고 봉투를 만들며 통보를 봉투에 넣는 SMTP요소

사용자데타그람(user datagram)
UDP규약에서 파케트의 이름

사용자데타그람규약(User Datagram Protocol : UDP)
무접속TCP/IP전송층규약

사용자평면(user plane)
ISDN에서 B통로의 기능을 정의하는 층모임

상대압축(relative compression)
프레임사이의 차만을 송신하는 압축방법

상사(analog)
련속적으로 변하는 실체

상사-상사변조(analog-to-analog modulation)
상사정보를 상사신호로 표시하는것

상사교환봉사(analog switched service)
두 사용자사이의 일시적인 상사식접속

상사수자변환(analog-to-digital conversion)
상사정보를 수자신호로 표시하는것

상사신호(analog signal)
시간에 따라 원활하게 변하는 련속파형

상사자료(analog data)
련속적이며 원활하며 어떤 특정의 값들로 제한되지 않는 자료

상사형계층구조(analog hierarchy)
다중화된 신호들의 보다 효과적인 전송을 위하여 점차적으로 보다 큰 그룹으로 조합되는 전화회사체계

상사형망(analog network)
상사신호를 리용하는 망

상사형봉사(analog service)
상사형전송을 리용하는 전화봉사

상사형임대봉사(analog leased service)
두 사용자사이의 전용회선으로 특징이 있는 봉사

서문(preamble)
1과 0이 교번하여 이루어 진 IEEE 802.3 프레임의 7개 바이트마당으로서 그것을 경계하여 수신기를 동기시킨다.

선택(select)
문의/선택접근방법에서 1차국이 2차국에게 자료수신준비가 됐는가를 문의하는 절차

선택성제거ARQ(selective-reject)
ARQ 오유 있는 프레임만이 재송신되는 오유조종방법

속도적응비대칭수자가입자회선(rate adaptive asymmetrical digital subscriber line :RADSL)
통신형태에 의존하는 각이한 자료속도로 특징 짓는 DSL에 기초한 기술

손실자료압축(lossy data compression)
일부 본래자료가 손실되는 자료압축

손실조종(loss control)
모든 송신자료단위가 다 목적지에 도달함을 확신하는 전송층기능

송수신기(transceiver)
송신과 수신을 다 하는 장치

송수신기케블(transceiver cable)
이써네트에서 국을 송수신기에 련결하는 케블. 접속장치대면부라고도 한다.

송신기(sender)
통보의 발원지

수렴보조층(convergence sublayer :CS)
ATM규약에서 사용자자료에 머리부나 꼬리부를 첨가하는 보다 웃쪽의 AAL보조층

수메가비트교환자료봉사(switched

multimegabit data service : SMDS)
MAN에 대한 고속통신을 취급하는 규약

수신기(receiver)
송신목적지

수자-상사변조(digital-to-analog modulation)
수자정보를 상사신호로 표시하는것

수자-수자부호화(digital -to- digital encoding)
수자정보를 수자신호로 표시하는것

수자망(digital network)
수자신호를 전송하는 망

수자봉사장치(digital service unit :DSU)
수자회선에 사용자장치를 접속시키는 장치

수자봉사장치/통로봉사장치(digital service unit/channel service unit :DSU/CSU)
회선의 용량을 간격식통로로 분할함으로써 여러 사용자에게 단일T형회선을 허용하는 장치

수자식(digital)
불련속 또는 리산적인 실체

수자식가입자회선(digital subscriber line :DSL)
현재의 원격통신망들을 리용하여 자료, 음성, 영상, 다매체의 고속전송을 실현하는 기술

수자식서명(digital signature)
통보송신자를 확증하기 위한 방법

수자식종합통신망(Integrated Services Digital Network :ISDN)
완전히 통합된 수자봉사를 보장하는 종단대종단세계수자통신체계에 대한 ITU-T규격

수자신호(digital signal)
제한된 값들을 가진 리산신호

수자자료봉사(digital data service :DDS)
64kbps의 속도를 가진 상사임대회선의 수자식변종

수자형자료(digital data)
리산값 또는 조건들로 표시된 자료

수자형흐름관(digital pipe)
시간다중화된 통로들로 이루어 진 고속경로

수직여유비트검사(vertical redundancy check : VRC)
매개 문자기우성검사에 기초한 오유검출방법

순서번호(sequence number)
통보에서 프레임 또는 파케트들의 위치를 표기하는 번호

순서조종(sequence control)
통보에 대한 정확한 자료단위조립을 확실하게 하는 전송층기능

순환여유검사(cyclic redundancy check : CRC)
비트패턴을 다항식으로 해석하는데 기초하는 고정밀오유검출방법

스펙트르(spectrum)
신호의 주파수령역

슬로트(slot)
자료를 위한 공간

시간동기(timing)
자료가 언제 송신될수 있는가와 전송속도에 관한 규약인자

시간령역작도(time-domain plot)
시간에 따르는 신호의 진폭을 그라프적으로 표시한것

시간슬로트교환(time-slot interchange : TSI)
RAM과 조종장치로 이루어 진 시분할교환기

시분할교환(time-division switching)
교환을 실현하는데 시분할다중화를 리

용하는 회선교환기술

시분할다중화(time-division multiplexing : TDM)
저속통로들에서 오는 신호들을 고속행로상에서 시간공유하여 조합하는 기술

시작비트(start bit)
비동기전송에서 전송시작을 나타내는 비트

시작프레임경계(start frame delimiter : SFD)
읽기가능한(비서문)비트렬의 시작을 알리는 IEEE802.3프레임의 1byte마당

신호(signal)
전송매체를 따라 전파되는 전자기파

신용할당(credit allocation)
TPDU에서 고정파라메터마당부분. 송신기가 확인을 기다리기전에 보내질수 있는 자료단위의 개수이다.

생존시간(time to live :TTL) ⇨파케트수명

세계시간(universal time)
이전에 그리니치중앙시간으로 알려 진 규격시간기준

세로여유검사(longitudinal redundancy check : LRC)
자료단위를 행과 렬로 가르고 매개 렬의 대응하는 비트들에 대하여 기우성검사를 진행하는 오유검출방법

셀(**세포**)(cell)
작고 고정된 크기의 자료단위. 또한 셀방식전화에서는 셀교환국이 봉사하는 지리적지역

셀망(cell network)
셀을 기초자료단위로 리용하는 망

셀방식전화(cellular telephony)
어떤 지역이 셀들로 분할되는 무선통신기술. 한개 셀은 한개 송신기에 의하여 봉사된다.

셀손실률(cell loss ratio :CLR)
ATM에서 전송기간 손실된 셀들의 몫

셀전송지연(cell transfer delay :CTD)
ATM에서 한개 셀이 원천에서 목적지까지 이동하는데 필요한 평균시간

셀중계(cell relay)
파케트와 같은 고정크기자료단위를 리용하는 통신기술. ATM에서 리용된다.

셀지연변동(cell delay variation :CDV)
ATM에서 CTD최대와 CTD최소사이의 차

셀지연변동허용(cell variation delay tolerance :CVDT)
ATM에서 셀전송시간변화에 대한 측정

셀오유률(cell error ratio :CER)
ATM에서 전송된 셀들중 오유가 있는 셀들의 몫

쉐논용량(Shannon capacity)
리론적인 통로의 최고자료전송속도

ㅈ

자동반복요구(automatic repeat request :ARQ)
교정이 자료의 재송신으로서 진행되는 오유조종방법

자료련결접속식별자(data link connection identifier :DLCI)
프레임중계에서 가상회선을 식별하는 수자

자료련결층(data link layer)
OSI모형의 두번째 층. 이것은 마디대마디전송을 담당한다.

자료말단장치(data terminal equipment :DTE)
정보원천 및 목적으로 되는 장치. 이것은 DCE를 통하여 망에 련결된다.

자료전송(data transfer)
한곳에서 다른 곳으로의 자료이동

자료통로(Data channel : D channel)

조종신호를 나르는데 선차적으로 리용되는 ISDN통로. 이것은 또한 저속자료전송에 리용되기도 한다.

자료통신(data communication)
둘 또는 그이상의 실체들사이의 정보교환

자료회선종단장치(data circuit−terminating equipment :DCE)
DTE와 망을 결합시키는데 리용되는 장치

자료암호화규격(data encryption standard:DES)
비군사적 및 비기밀적리용을 위한 정부규격암호화방법

자료압축(data compression)
정보손실이 없이 송신자료량을 줄이는것

자체동기부호화(self− synchronizing coding)
1 또는 0이 길에 지속되는 렬의 동기화를 위하여 보장된 부호화방법

잡음(noise)
전송매체에서 유기되며 자료의 렬화나 이지러짐을 일으킬수 있는 유연전기신호

잠보그룹(jumbo group)
6개의 다중화된 주그룹으로 만든 하나의 상사신호

저주파(low frequency :LF)
30~300kHz범위의 무선파

저축−전송(store and forward)
통보문교환에 대한 또 다른 이름

저축−전송교환(store−and−forward switch)
전체 파케트가 도달할 때까지 입구완충기에 프레임을 기억시키는 교환

적(product)
P복스와 S복스의 조합을 리용하는 비트준위암호화방법

적외선(infrared light)
주파수가 가시대역 아래에 놓이는 전자기파장

전2중통신방식(full−duplex mode)
통신이 동시에 두 방향으로 진행될수 있는 전송방식

전기 및 전자공학기사협회(Institute of Electrical and Electronics Engineers :IEEE)
협회들을 전문화하는 직업적기사들의 모임. 매개 협회의 위원회에서 전공분야의 규격을 준비한다.

전송규약자료단위(transport protocol data unit : TPDU)
OSI모형의 전송층에서 정의된 자료단위

전송매체(transmission medium)
두 통신장치를 련결하는 물리적경로

전송속도(transmission rate)
초당 송신비트수

전송조종규약(Transmission Control Protocol : TCP)
TCP/IP규약묶음에서 전송규약

전송조종규약/호상망결합규약(Transmission Control Protocol/Internetworking Protocol :TCP/IP)
인터네트에서 전송교환을 정의하는 5개층 규약모임

전송층(transport layer)
OSI모형의 네번째 층으로서 종단대종단전송과 오유회복을 담당한다.

전송클라스(transport class)
보다 웃층들에서 리용되는 5개 전송부류중의 하나. 클라스선택은 요구되는 봉사형식에 의존한다.

전송행로(transmission path : TP)
ATM에서 두 교환기사이의 물리적접속

전송끝(end of transmission:EOT)
두 장치사이의 통신을 끝내도록 통신되

는 프레임

전세계규모의 Web(World Wide Web :WWW)
사용자가 한 문서로부터 다른 문서로 그것들을 접속시키는 련결고리를 따라 이동함으로써 인터네트를 편답할수 있게 하는 다매체인터네트봉사

전자공업협회(Electronics Industries Association :EIA)
전자공학제작련관계통을 촉진시키는 조직. EIA-232, EIA-449, EIA-530과 같은 대면부규격을 개발하였다.

전자기간섭(electromagnetic interference :EMI)
자료를 손상시킬수 있는 자료전송회선상의 잡음. 전동기, 발전기 등에 의하여 생긴다.

전자기스펙트르(electromagnetic spectrum)
전자기에네르기로 점유된 주파수범위

전자우편(electronic mail :e-mail)
직접적인 호스트-호스트교환보다도 우편통주소에 기초하여 통보를 전자적으로 보내는 방법

전파속도(propagation speed)
신호 또는 비트가 전달되는 속도. 초당 거리로 측정된다.

전파시간(propagation time)
신호가 한 곳에서 다른 곳으로 전달되는데 필요한 시간

전위암호화(transpositional encryption)
문자위치가 변하는 문자준위암호화방법

점-10진표기(dotted-decimal notation)
IP주소를 보다 읽기 쉽게 창안한 표기. 매개 바이트는 10진수로 변화되며 서로 점으로 분리된다.

점대점규약(Point-to-point Protocol :PPP)
직렬회선을 따르는 자료전송규약

점대점접속(point-to-point connection)
두 장치사이의 전용전송고리

접근속도(access rate)
프레임중계에서 초과되면 안되는 자료속도

접근조종마당(access control(AC) field)
우선권, 통표, 감시자, 예약비트를 포함하는 통표고리프레임안의 어떤 마당

접속종결(connection termination)
접속을 종결하도록 보내 온 통보

접속지향망봉사(connection-oriented network service :CONS)
접속확립과 종결을 위한 형식적규칙을 가진 망준위의 자료규약

접속지향봉사(connection-oriented service)
접속실현과 종결을 포함한 자료전송봉사

접속지향전송(connection-oriented transmission)
접속실현과 종결을 포함하는 자료전송

접속지향전송봉사(connection-oriented transport service :COTS)
접속의 형식적실현과 종결을 가지는 전송준위규약

접속확립(connection establishment)
실지자료전송에 앞서 론리적접속에 필요한 예비설정

접속요구(connection request)
접속을 실현하도록 보내 온 통보

접합장치대면부(attachment unit interface :AUI)
국과 송수신기사이의 물리적결합기능을 수행하는 10Base5케블

정보교환용 규격코드(ASCII)(American Standard Code for Information Interchange :ASCII)
ANCI가 개발한 자료통신에서 널리 리용되는 문자코드

정보프레임(information frame) ⇨I-frame

정보요소(information element)
접속에 대한 특별한 세부내용이 있는 ISDN파케트의 마당

정적경로조종(static routing)
경로조종표가 변하지 않는 경로조종형식

정적문서(static document)
WWW에서 봉사기에서 창조되고 저축되는 고정내용문서

정지-대기(stop-and-wait)
매개 자료단위가 확인된 다음에야 다음 자료가 송신될수 있는 흐름조종방법

정지-대기ARQ(Stop-and-wait ARQ)
정지-대기흐름조종을 리용하는 오유조종규약

정지비트(Stop bit)
비동기전송에서 전송끝을 나타내는 하나 또는 그이상의 비트

정지위성궤도(geosynchronous orbit)
위성이 지구의 일정한 지역우에 고정되여 있게 하는 궤도

정의되지 않은 비트속도(unspecified bit rate : UBR)
최대노력전달만을 규정한 ATM봉사부류의 자료속도

조사/확인
(enquiry/acknowledgement :ENQ/ACK)
점대점접속에 리용되는 회선훈련방법. ENQ프레임이 자료송신국에서 송신되며 자료수신준비가 됐다면 ACK가 되돌아온다.

조절(conditioning)
감쇠 및 이지러짐을 줄임으로써 회선의 질을 개선하는것

조종문자(control character)
전송정보를 나르는데 리용되는 BSC문자

조종평면(control plane)
ISDN에서 D통로의 기능을 정의하는 층모임

조합된 국(combined station)
HDLC규약에서 동시에 1차 또는 2차국으로 작용할수 있는 국

종결상태(terminating state)
련결고리를 정리하고 닫기 위하여 두 끝점사이에 몇개의 파케트가 교환되는 PPP상태

종단대종단통보전달(end-to-end message delivery)
송신기로부터 수신기로의 통보의 모든 부분에 대한 전달

종단장치(terminator)
케블의 끝에서 신호반사를 막는 장치

종합수자망(Integrated digital network :IDN)
원격통신망에서 수자기술을 리용하여 통신기능을 통합하는것

주고받기(handshaking)
접속을 확립하고 끝 맺는 과정

주그룹(master group)
10개의 다중화된 초고속그룹으로 만들어진 한개의 상사신호

주기(period)
완전한 한개 싸이클에 필요한 시간

주기신호(periodic signal)
반복적인 패턴을 나타내는 신호

주소결정규약(address resolution protocol :ARP)
TCP/IP에서 인터네트주소가 알려 질 때마다의 물리주소를 얻어 내기 위한 규약

주소마당(address field)
송신자와 수신자의 주소를 포함하는 마당

주소의 분류(class of address)
IPv4주소의 분류

주콤퓨터, 호스트(host)
망에서 국 또는 마디

주파수(frequency)
주기신호에서 초당 주기수

주파수령역그라프(frequency-domain plot)
신호의 주파수성분들에 대한 그라프적표시

주파수변조(frequency modulation :FM)
반송신호의 주파수가 변조신호의 진폭에 따라 변하는 상사-상사부호화방법

주파수분할다중화(frequency-division multiplexing :FDM)
상사신호들을 단일신호로 조합하는것

주파수편이변조(frequency shift keying :FSK)
반송신호의 주파수가 2진수 0 또는 1을 표시하도록 변화되는 수자-상사부호화방법

준위비령복귀(nonreturn to zero, level :NRZ-L)
신호준위가 비트값에 직접 관계되는 NRZ부호화방법

중복조종(duplication control)
수신기에서 중복자료단위가 없음을 확실하게 하는 전송층기능

중추(backbone)
망에서의 기본전송경로

중파(middle frequency:MF)
300k~3MHz범위의 무선파

지능모뎀(intelligent modem)
자동적인 대답 및 번호돌리기 기능을 가진 모뎀

지속적인 셀속도(sustained cell rate : SCR)
ATM에서 평균셀속도

지표면극초단파(terrestrial microwave)
안테나들사이의 극초단파전송

직교진폭변조(quadrature amplitude modulation : QAM)
반송신호의 위상과 진폭이 변조신호에 따라 변하는 수자-상사변조방법

직렬전송(serial transmission)
한개의 단일련결고리만을 리용하여 한비트씩 보내는 자료전송

직렬회선인터네트규약(Serial Line Internet Protocol :SLIP)
직렬회선조종을 위한 IP데타그람을 준비하는 규약

직류(direct current : DC)
상수진폭을 가진 령주파수신호

직류성분(DC component) ⇨직류

직선전파(line-of-sight propagation)
안테나로부터 안테나로 초고주파신호가 직선으로 전송되는것

진폭(amplitude)
신호의 세기. 보통 볼트, 암페아, 와트로 측정된다.

진폭변조AM(amplitude modulation :AM)
반송파의 신호진폭이 변조신호의 진폭에 따라 변하는 상사-상사변환방법

진폭편이변조(ASK)(amplitude shift keying :ASK)
반송신호의 진폭이 2진수 0 또는 1을 표시하도록 변화되는 변조방법

집선기(hub)
마디들사이에 공통접속을 보장하는 별형위상구조에서의 중심장치

집중자료(bursty data)
순간전송속도가 변하는 자료

집중오유(burst error)
둘 또는 그이상의 비트가 교체된 자료단위에서의 오유

재래식암호화(conventional encryption)
암호화 및 복호화 알고리듬이 같은 열쇠를 리용하는 암호화방법. 열쇠는 비밀

로 된다.

재생기(regenerator)
손상된 신호로부터 본래신호를 재생하는 장치. →반복기

ㅊ

차단(blocking)
교환망이 최대능력으로 동작하고 더이상 입구를 받을수 없을 때 일어 나는 사건

차동만체스터부호화(differential Manchester encoding)
매개 0비트의 시작점에서 반전과 비트간격의 중간위치에서의 이행으로 특징 짓는 수자-수자극성부호화방법

차동위상편이변조(differential phase shift keying :DPSK)
비트패턴이 현재 위상대신 위상변화를 정의하는 수자-상자부호화방법

차페꼬임쌍선(shielded twisted-pair :STP)
전자기간섭을 막는 얇은 막 또는 그물차페막으로 씌여 진 꼬임쌍선케블

처리능력(throughput)
초당 한점을 지날수 있는 비트수

첨두셀속도(peak cell rate :PCR)
ATM에서 송신자의 최대 셀속도

초고속그룹(supergroup)
5개의 다중화된 그룹으로 구성된 신호

초고속수자가입자회선(very high bit rate digital subscriber line : VDSL)
짧은 거리를 위한 DSL기초의 기술

초고주파(ultrahigh frequency : UHF)
직선전파를 리용하는 300MHz~3GHz범위의 무선파

초극초단파(extremely high frequency :EHF)
공간전파를 리용하는 30~300GHz범위의 무선파

초기적재규약(자력규약)(bootstrap protocol :BOOTP)
표(파일)로부터 형식화정보를 보장하는 규약

초단파(very high frequency : VHF)
직선전파를 리용하는 30~300MHz 대역의 무선파

초당비트수(bits per second :bps)
자료속도측정단위. 초당 전송되는 비트수

초저주파(very low frequency : VLF)
표면전파를 리용하는 3~30kHz의 무선파

추상명사표기 1(abstract syntax notation 1: ASN.1)
규약자료단위(PDU)의 구조를 정의하기 위하여 추상명사를 리용하는 형식언어

충돌(collision)
두 송신기가 한번에 하나의 송신만 할수 있는 통로에 동시에 송신할 때 일어나는 사건. 이때 자료는 파괴될것이다.

충돌검출형CSMA(carrier sense multiple access with collision detection :CSMA/CD)
충돌이 검출될 때 재송신하는 CSMA.

층(layer)
OSI모형에서 자료전송에 포함되는 7개 층의 하나. 매개 층은 련관된 활동에 대한 기능적인 그룹이다.

치환(substitution)
*n*개비트가 P복스, 부호기, 해신기가 규정한 또 다른 *n*개비트로 치환되는 비트준위암호화방법

침형답브(vampire tap)
굵은 이써네트(10Base5)에서 리용되는 이써네트송수신기. 송수신기는 얇은 망케블을 뚫고 들어 가는 예리한 금속침이 있는 조임쇠장치안에 설치된다.

최대전송단위(maximum transfer unit :MTU)
어떤 특정의 망이 취급할수 있는 최대 크기의 자료단위

최소비용경로조종(least−cost routing)
어떤 최소화특징에 기초한 경로조종전략

최소셀속도(minimum cell rate :MCR)
ATM에서 송신기에 맞는 최소의 자료속도

최소행로나무(shortest path tree)
Dijkstra알고리듬을 리용하여 형성된 경로조종표

최종비트(final bit :F bit)
프레임이 더 오는가 안오는가를 지적하기 위하여 2차국에 보내는 HDLC조종비트. ⇨P/Fbit

ㅋ

크로스바교환기(crossbar switch)
수평 및 수직살창으로 이루어 진 교환기. 매개 수평, 수직경로사귐점에 입구를 출구에 련결할수 있는 교차점이 있다.

키로헤르쯔(kHz)
1000헤르쯔

케블모뎀(cable modem)
TV케블이 인터네트접근을 보장하는 기술

ㅌ

토막(segment)
TCP층에서의 파케트

토막화 및 재조립(segmentation and reassembly :SAR)
머리부와 혹은 꼬리부가 첨가되여 48byte요소를 형성하는 ATM규약에서의 낮은 AAL보조층

토막화(segmentation)
통보를 여러 파케트들로 쪼개는것. 보통 전송층에서 수행된다.

통계적시분할다중화(statical time−division multiplexing) ⇨비동기TDM

통계적압축(statistical compression)
자주 쓰이는 기호에는 짧은 코드들, 드물게 쓰는 기호는 긴 코드를 리용하는 손실 없는 압축방법

통과단어인증규약(password Authentication Protocol :PAP)
PPP에서 리용되는 단순한 두 걸음인증규약

통로(channel)
통신경로

통보(message)
원천에서 목적지로 보내는 자료

통보문교환(message switching)
전체 통보가 교환기에 기억되고 경로가 설정되면 전송하는 교환방법

통보전송대리(message transfer agent :MTA)
통보를 접수하고 그것을 검사하며 경로를 정해 주는 MHS요소

통보전송체계(message transfer system :MTS)
통보전송대리(MTA)의 그룹

통보취급체계(message handling system :MHS)
전자우편의 기초로 되는 OSI규약

통신량조종(traffic control)
광지역망에서 통신량을 형성하고 조종하는 방법

통제기관(regulatory agency)
공중리익단체를 보호하는 정부기관

통표(token)
통표넘기기접근방법에서 리용되는 작은 파케트

통표고리(Token Ring)

고리위상구조와 통표넘기기접근방법을 리용하는 LAN

통표넘기기(token passing)
통표가 망을 순환하는 접근방법. 통표를 포착한 국은 자료를 송신할수 있다.

통표모선(Token Bus)
모선위상구조와 통표넘기기접근방법을 리용하는 LAN

투명성(transparency)
임의의 비트패턴을 조종비트로 오인함이 없이 자료를 송신할수 있는 능력

투명한 다리(transparent bridge)
학습다리에 대한 또 다른 이름

투명한 자료(transparent data)
조종비트로 해석됨이 없이 조종비트패턴을 포함할수 있는 자료

테라헤르쯔(terahertz :THz)
10^{12}헤르쯔

텔코디아(Telcordia)
원격통신기술의 연구 및 개발을 포함하는 회사(이전의 벨코. Bellcore)

ㅍ

파장(wavelength)
신호의 전파속도를 주파수로 나눈것

파장분할다중화(wave−division multiplexing : WDM)
변조된 빛신호를 하나의 신호로 조합하는것

파케트(packet)
자료단위에 대한 동의어, 망층에서 많이 리용된다.

파케트교환(packet switching)
파케트교환망을 리용하는 자료전송

파케트교환데타그람방법(datagram approach to packet switching)
매개 자료단위가 다른것에 대하여 독립인 자료전송방법

파케트교환망(packet−switched network)
자료가 파케트라는 독립적인 단위로 전송되는 망

파케트수명(packet lifetime)
파케트가 버려지기전에 방문할수 있는 국들의 개수

파케트조립기/분해기(packet assembler/dissembler :PAD)
문자지향말단을 X.25망에 련결시키는 장치

파케트층규약(packet layer protocol :PLP)
X.25규약에서 망층

파케트형태식별자(packet type identifier : PTI)
파케트형태를 정의하는 PLP파케트마당

파일전송, 접근 및 관리(file transfer, access, and management :FTAM)
OSI모형에서 원격파일취급을 위한 응용층봉사

파일전송규약(file transfer protocol :FTP)
TCP/IP에서 두 싸이트사이의 파일을 전송하는 응용층봉사

팔매면접시안테나(parabolic dish antenna)
지상극초단파통신에 리용되는 팔매면과 같이 생긴 안테나

평문(plaintext)
암호화/복호화에서 본래의 통보

평범한 파일전송규약(Trivial File Transfer Protocol : TFTP)
의뢰기와 봉사기사이의 복잡한 호상작용을 요구하지 않는 믿음직하지 못한 TCP/IP파일전송규약

평형구성(balanced configuration)
HDLC규약에서 두 국이 조합된 형태를 가지는 구성

평형련결접근절차(link access procedure, balanced :LAPB)
국들이 평형방식으로만 동작할수 있는 LAP규약

포구주소(port address)
TCP/IP규약에서 과정을 식별하는 옹근수

포기(abort)
갑자기 처리를 끝내는것

포럼(forum)
특정의 새로운 기술을 검사하고 평가하고 규격화하는 조직

표본화(sampling)
균등간격으로 신호의 진폭을 취하는 과정

표본화속도(sampling rate)
표본화과정에서 초당 얻어 지는 표본개수

표준응답방식(normal response mode :NRM)
HDLC에서 2차국이 송신이 진행되기전에 1차국으로부터 허가를 받아야 하는 통신방식

표현층(presentation layer)
OSI모형의 6번째층으로서 번역, 암호화, 인증, 자료압축을 담당한다.

푸리예변환(Fourier transform)
비주기신호를 단순시누스파렬로 분해하는 수학적기술

푸리예분석(Fourier analysis)
비주기적신호에 대하여 시간구역표시가 주어 질 때 그 주파수스펙트르를 얻는데 리용되는 수학적기술

푸리예합렬(Fourier series)
합성주기신호를 단순시누스파들로 분해하는 수학적기술

프로젝트 802(project 802)
LAN들의 비호환성문제를 해결하기 위하여 IEEE에서 시도한 계획. →IEEE계획 802

프레임(frame)
자료블로크를 표시하는 비트그룹

프레임검사렬(frame check sequence :FCS)
둘 또는 4개바이트의 CRC를 포함하는 HDLC오유검출마당

프레임구성비트(framing bit)
동기식TDM에서 동기화목적으로 리용되는 비트

프레임중계(Frame Relay)
OSI모형의 첫 두개층을 위하여 정의된 파케트교환특성. 망층은 없다. 오유검사는 매개 고리에서가 아니라 종단대종단기준에서 진행된다.

프레임중계조립기/분해기(Frame Relay assembler/disassembler :FRAD)
프레임중계에서 다른 규약으로부터 오는 프레임들을 취급하는데 리용되는 장치

피동집선기(passive hub)
접속을 위해서만 리용되는 집선기. 신호를 재생하지는 못한다.

피복재(cladding)
빛섬유의 속심을 둘러 싼 유리 또는 수지. 피복재의 광학적밀도는 속심보다 작아야 한다.

피코초(picosecond)
10^{-12}s

ㅎ

하밍부호(Hamming code)

비트오유를 검출하고 교정하기 위하여 자료단위에 여유비트를 첨가하는 방법

하프만부호화(Huffman encoding)
가변길이 부호를 리용하여 기호들을 부호화하는 통계적압축방법

하이퍼본문전송규약(Hyper Text Transfer Protocol :HTTP)
Web문서를 검색하기 위한 응용봉사

하이퍼본문표식언어(Hyper Text Markup Language :HTML)
Web문서의 내용과 형식을 규정하기 위한 콤퓨터언어. 이것은 추가적인 본문이 폰트, 페지배정, 매몰된 그라픽스, 하이퍼본문 련결을 정의하는 코드를 포함하게 된다.

학습다리(learning bridge)
국주소표를 자체로 만드는 다리

한방향방식(simplex mode)
통신이 한쪽방향으로 진행되는 전송방식

합동사진전문가 그룹(Joint photographic experts group :JPEG)
농담화상압축을 위한 규격

합성신호(composite signal)
여러개의 시누스파로 이루어 진 신호

현대연구계획국(Advanced Research Project Agency :ARPA)
ARPANET에 자금을 제공하는 정부기관

현대연구계획국망(Advanced Research Project Agency Network: ARPANET)
ARPA가 자금을 대주는 파케트교환망

호상망(internet)
경로조종기나 관문과 같은 장치들을 호상망결합하여 련결된 망들의 집합

호상망 그룹통보규약(internet group message protocol :IGMP)
TCP/IP규약모임에서 다중수신자송신을 취급하는 규약

호상망결합(internetworking)
경로조종기와 관문과 같은 호상망결합장치들을 리용하여 몇개의 망들을 련결하는것

호상망결합규약(Internetworking Protocol :IP)
TCP/IP규약모임에서 파케트교환망을 따라 무접속전송을 관리하는 망층규약

호상망결합장치(Internetworking devices)
망들을 서로 접속하여 호상망을 형성하는 경로조종기와 관문 등과 같은 전자장치

호상망규약조종규약(Internetwork Protocol Control Protocol :IPCP)
PPP에서 IP파케트들에 대한 망층접속을 확립하고 끝맺는 규약모임

호상망조종통보규약(internet control message protocol :ICMP)
TCP/IP규약묶음에서 오유와 조종통보를 취급하는 규약

호상작용봉사(interactive services)
B-ISDN에서 두 방향교환을 요구하는 봉사

호스트식별자(hostid)
호스트를 식별하는 IP주소부분

혼성통로(hybrid channel :H channel)
ISDN에서 각이한 자료속도를 취할수 있는 혼성통로, 고속자료전송응용에 적당하다.

혼성위상구조(hybrid topology)
여러개의 기초위상구조로 이루어 진 위상구조

혼잡(congestion)
일반적인 봉사렬화를 일으키는 과잉망 또는 호상망통신량

혼잡조종(congestion control)
망과 호상망통신량을 관리하여 처리능력을 개선하는 방법

혼잡회피(congestion avoidance)
프레임중계에서 혼잡이 있는 원천과 목적질을 명백하게 통지하는 두개의 비트를 리용하는 방법

혼합문자암호화(polyalphabetic encryption)
어떤 문자가 나타나면 다른 치환물로 교체되는 치환암호화방법

홈페지(homepage)
조직이나 개별적사람들의 주요페지인 하이퍼본문 문서

홍수(flooding)
망에서 통보의 포화

휴식상태(idle state)
PPP에서 련결고리가 능동이 아닌 상태

흐름조종(flow control)
프레임(파케트 또는 통보) 의 흐름속도를 조종하는 기술

해신(decoding)
부호화된 통보를 부호화이전의 형태로 회복하는 과정

행로(path)
신호가 이동하는 통로

행로간접기(path overhead)
SONET경로층에서 리용되는 조종정보

행로층(path layer)
빛원천에서 목적지까지 신호의 이동을 담당한 SONET층

헤르쯔(hertz :Hz)
주파수의 단위

헤이스 호환모뎀(Hayes−compatible modem)
변조및 복조이상의 능력을 가진 지능적인 모뎀

회선교환(circuit switching)
전용경로를 리용하는 극들사이에 전기적접속을 실현하는 교환기술

회선구성(line configurantion)
통신장치들과 그 경로사이의 관계

회선부가비트(line overhead)
SONET의 회선층에서 리용되는 조종정보

회선층(line layer)
물리적인 회선을 따라서 신호를 움직이는것을 담당한 SONET층

회선훈련(line discipline)
어느 장치가 자료를 보낼 권한이 있는가를 정의하는 자료련결층절차. 접근조종이라고도 한다.

확립상태(establishing state)
PPP에서 통신이 시작되고 선택이 결정될때의 상태

확장머리부(extension header)
추가적인 기능을 보장하는 IPv6데타그람에 있는 추가머리부

확장혼합(expanded permutation)
출구비트가 입구비트보다 더 많아 지는 비트준위변경

확인(acknowledgement :ACK)
수신자가 자료를 성과적으로 받았다는 것을 알리는 응답

ㄲ

끄리부(trailer)
자료단위에 붙이는 조종정보

끄인쌍선케블(twisted−pair cable)
두 절연도선이 끄임상태로 이루어진 전송매체

끄임쌍선이써네트(twisted−pair Ethernet)
끄임쌍선케블을 리용하는 이써네트. 10Base−T

ㅃ

빠져나가기교환기(cut-through switch)
목적지의 주소가 수신되면 곧 파케트를 출구완충기로 보내는 교환기

ㅆ

싸이클(cycle)
주기신호의 반복단위

시누스파(sine wave)
회전벡토르의 진폭-시간표시

쌍극성8-0치환(bipolar 8-zero substitution :B8ZS)
북아메리카에서 0들로 이루어 진 긴 렬에 대한 동기를 보장하기 위하여 리용된 수자-수자 쌍극성부호화방법

쌍비트(dibit)
두개 비트로 이루어 진 자료단위

ㅉ

쪼각분할(fragmentation)
파케트를 규약의 MTU를 수용할수 있는보다 작은 단위로 분할하는것

ㅇ

안내매체(guided media)
물리적경계가 있는 전송매체

암호문(ciphertext)
암호화된 자료

암호화(encryption)
통보를 해득이 없이는 읽을수 없고 리해하지 못할 형태로 변환하는것

압축(compression)
정보의 손실이 없이 통보를 줄이는것

압축혼합(compressed permutation)
비트위치가 변화되고 비트들이 없어 지는 비트준위의 암호화기술

여유분(redundancy)
오유조종을 위하여 통보에 추가한 비트들

역다중화기(demultiplexer : DEMUX)
다중화된 신호를 본래의 성분들로 분리하는 장치

역주소결정규약(reverse address resolution protocol :RARP)
콤퓨터가 물리주소가 주어 지면 인터네트주소를 찾을수 있게 하는 TCP/IP규약

열람기(browser)
WWW문서를 연시하는 응용프로그람 열람기는 보통 다른 인터네트봉사들을 리용하여 문서에 접근한다.

열린체계(open system)
두개의 서로 다른 체계가 자기의 구조에 관계없이 통신할수 있게 하는 모형

열린체계호상접속(Open Systems Interconnection :OSI)
ISO에서 정의한 자료통신을 위한 7층모형

영구가상회선(permanent virtual circuit :PVC)
원천과 목적지사이에 같은 가상회선이 계속 리용되는 가상회선전송방법

오유(error)
자료전송에서의 틀림

오유검출(error detection)
송신기간에 비트들이 변화되였는가를 결정하는 과정

오유교정(error correction)
통신기간에 변환된 비트들을 교정하는 과정

오유조종(error control)
자료전송에서 오유검출과 취급

오유취급(error handling)

오유를 검출하고 교정하는데 리용되는 방법

오유회복(error recovery)
오유가 검출된후에 규격적인 활동을 다시 시작하는 체계의 능력

올리다중화(upward multiplexing)
같은 목적지에 속박된 몇개의 전송을 다중화하여 같은 경로로 보내는 전송층의 기능

올리적재(uploading)
국부파일이나 자료를 원격 싸이트에 보내는것

요구상의 대역너비(bandwidth on demand)
가입자들에게 여러 회선을 리용하여 보다 높은 속도를 허용하는 수자식 봉사

우수기우성(even parity)
1의 총개수가 우수가 되도록 추가비트가 자료단위에 첨가되는 오유검출방법

우편국규약(Post Office Protocol :POP)
사용자작업말단과 우편봉사기사이에서 리용되는 의뢰기-봉사기규약

우편관문(mail gateway)
SMTP우편과 비SMTP우편을 다 접수할수 있는 중계MTA

우편전송대리(mail transfer agent :MTA)
통보를 받아 들이고 그것을 검사하고 경로를 정해 주는 MHS요소

유효비트속도(available bit rate :ABR)
ATM에서 셀들이 전송될수 있는 최소자료속도

유일자원지적자(uniform resource locator : URL)
WWW상의 폐지를 식별하는 문자렬(주소)

음성신호프레임중계(Voice Over Frame Relay : VOFR)
음성자료를 취급할수 있는 프레임중계선택

음성통로(voice grade channel)
음성전송에 적당한 통신경로

올리회선(uplink)
지구국에서 위성까지의 전송

응용적응층(application adaptation layer : AAL)
사용자자료를 48byte의 유효전송량으로 분할하는 ATM규약에서의 한개 층

응용적응층1(AAL1)
일정한 비트속도를 처리하는 ATM규약에서의 AAL층

응용적응층2(AAL2)
가변비트속도를 처리하는 ATM규약에서의 AAL층

응용적응층3/4(AAL3/4)
무접속 또는 접속지향파케트자료를 처리하는 AAL층

응용적응층5(AAL5)
보다 웃층규약에서 확장머리부정보를 가진 자료를 처리하는 AAL층: 단순하고 효과적인 적응층(SEAL)이라고도 한다.

응용층(application layer)
OSI모형에서 7번째 층. 망자원호출을 보장한다.

이동전화교환국(mobile telephone switching office :MTSO)
모든 셀국들과 중앙전화국사이의 통신을 조종하고 조화시키는 국

이지러짐(distortion)
잡음, 감쇠, 기타 영향으로 인한 신호의 변화

이행상태(transition state)
PPP접속이 걸치는 각이한 국면들

이써네트(Ethernet)
CSMA/CD접근방법을 리용하는 국부망

⇨IEEE 802.3

이온층(ionosphere)
대류권과 우주공간사이의 대기층

이온층전파(ionospheric propagation)
무선파가 이온층으로 복사되였다가 다시 지구로 반사되는 전송

인증(authentication)
통보의 송신자에 대한 검증

인증상태(authentication state)
PPP에서 수신기에 대한 식별을 검증하는 선택적인 상태

인터네트(Internet)
TCP/IP규약묶음을 리용하는 세계적인 호상망

인터네트규약(Internet Protocol) ⇨호상망결합규약

인터네트주소(Internet address)
TCP/IP규약을 리용하는 호상망의 콤퓨터를 유일하게 정의하기 위하여 리용되는 32bit 또는 128bit 망층주소

인터네트협회(internet Society :ISOC)
인터네트를 선전하기 위하여 창설된 조직

일반령역(generic domain)
일반뒤붙이를 리용하는 령역이름체계(DNS)안의 보조령역

일반형식식별자(general format identifier :GFI)
조종정보의 원천, 인정한 장치, 순서번호의 비트크기를 정의하는 PLP파케트마당

임풀스부호변조(pulse code modulation :PCM)
PAM임풀스를 변경시켜 수자신호로 만드는 기술

임풀스진폭변조(pulse amplitude modulation :PAM)
상사신호가 표본화되고 그것이 다시 표본자료임풀스렬로 되는 기술

입사각(angle of incidence)
광학에서 두 매질사이의 경계면에 도달한 광선과 경계면의 법선이 형성하는 각

애플레트(applet)
능동Web순서를 창조하기 위한 콤퓨터프로그람, 보통 쟈바로 서술된다.

위상(phase)
신호의 상대적인 시간적위치

위상구조(topology)
장치의 물리적인 배치를 포함한 망의 구조

위상변조(phase modulation : PM)
반성신호의 위상이 변조신호의 진폭에 따라 변하는 상사-상사변조방법

위상편이(phase shift)
신호의 위상변화

위상편이변조(phase shift keying :PSK)
반송신호의 위상이 특정의 비트패턴을 표시하도록 변화되는 수자-상사변조방법

위임된 정보속도(cmmitted information rate :CIR)
위임된 집중송신크기를 시간으로 나눈것

위임된 집중송신크기(committed burst size :B_c)
프레임중계망이 어느 한 프레임도 버리지 않고 전송해야 하는 특정한 시간기간내에서의 최대비트수

의뢰기(client)
봉사기라고 하는 다른 프로그람과의 통신을 초기화하는 프로그람

의뢰기-봉사기모형(client-server model)
한쪽(의뢰기)에서의 프로그람이 다른 쪽(봉사기)에서의 프로그람으로부터 봉사를 요구하는 두 응용프로그람사이의 호상작용모형

의미론(semantics)
비트모임의 의미 또는 해석

완충기(buffer)
일시적인 기억을 위하여 따로 설정된 기억기

원격등록가입(remote login)
국부콤퓨터에 련결된 말단으로부터 원격콤퓨터에 등록가입하는 과정

원격봉사(teleservices)
ISDN에서 망이 자료의 내용을 변화시키거나 처리하는 봉사

원격접근(remote access)
콤퓨터에 직접 접속되지 않은 말단을 리용하는것

원격통신(telecommunication)
전자장비를 리용하여 먼거리에서 정보를 교환하는것

원천경로조종(Source routing)
파케트송신기가 파케트의 경로를 완전히 규정하는것

원천-목적전달(Source-to-destination delivery)
송신기시발점으로부터 목적지수신자에로의 통보전송

원천주소(source address : SA)
통보송신자의 주소

수 자

10**진수체계**(decimal number system)
10개의 기호(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)를 리용하여 정보를 표시하는 방법

100Base-FX
두개의 빛섬유를 리용하는 고속이써네트에 대한 IEEE 802.3규격에 대한 변종

100Base-T
꼬임쌍선케블을 리용하는 고속이써네트에 대한 IEEE 802.3규격에 대한 변종

100Base-T4
네개의 UTP쌍선을 리용하는 고속이써네트에 대한 IEEE 802.3규격에 대한 변종

100Base-TX
두개의 UTP 또는 STP쌍선을 리용하는 고속이써네트에 대한 IEEE 802.3규격에 대한 변종

10Base2
가는 동축케블을 리용하는 이써네트에 대한 IEEE 802.3규격

10Base5
굵은 동축케블을 리용하는 이써네트에 대한 IEEE 802.3규격

10Base-T
꼬임쌍선이써네트에 대한 IEEE 802.3규격

16**진수두점표시**(hexadecimal colon notation)
IPv6에서 32개의 16진수로 이루어 진 주소표기. 4개수자마다 두점으로 분리된다.

16**진수체계**(hexadecimal number system)
16개 기호(0, 1, …, 9, A, B, C, D, E, F)를 리용하여 정보를 표시하는 방법

1Base5
꼬임쌍선케블과 사슬접속을 리용하는 저속이써네트에 대한 IEEE 802.3규격

1**차**-2**차규약**(primay-secondary protocol)
한 장치가 통신량을 조종하고 다른 장치는 그에 따라 송신해야 하는 통신규칙을 정의하는 규약

1**차국**(primray station)
1차/2차접근방법에서 2차국에 지령을 보내 주는 국

1**차속도대면부**(primary rate interface :PRI)
23개의 B통로(64Kbps)와 한개의 D통로(64Kbps)를 보장하는 ISDN전기적대면부.

전체 자료속도는 1.544Mbps로써 얼마간의 부가비트를 포함한다.

1의 보수(one’s complement)
수의 보수가 모든 비트를 보수 취하여 얻어 지는 2진수의 표현

2중모선(dual bus)
두개 모선. DQDB에서 하나는 올리전송에 리용되고 다른 하나는 내리전송에 리용된다.

2중부속국(dual attachment station :DAS)
FDDI에서 두개의 고리에 련결될수 있는 국

2중부속집신기(dual attachment concentrator :DAC)
FDDI에서 SAS 및 DAS들의 조합을 2중고리에 련결시키는 장치. 이것은 조합을 단일 SAS장치처럼 보이게 한다.

2중통신방식(duplex mode) ⇨전 2중방식

2진동기통신(binary synchronous communication :BSC)
일반문자지향자료련결규약

2진부호화(bipolar encoding)
0진폭이 2진수 0을 나타내고 정 및 부진폭이 교번하여 1을 나타내는 수자-수자부호화방법

2진수체계(binary number system)
두개의 기호(0과 1)만으로 정보를 표시하는 방법

2차국(secondary station)
문의/선택 접근방법에서 1차국에서의 지령에 대한 대답을 보내는 국

2의 보수(two’s complement)
수의 보수를 모든 비트를 반전시키고 1을 더함으로써 얻는 2진수표시

3단계 주고받기(three−way handshake)
요구, 요구에 대한 확인, 확인에 대한 확증으로 이루어 진 접속확립 또는 종결에 대한 순차사건

3중 X규약(triple−X protocols)
단순말단을 X.25망에 접속시키는데 리용되는 규약들 X.3, X.28, X.29

3중비트(tribit)
세 비트로 이루어 진 자료단위

4중비트(quadbit)
4개비트로 이루어 진 자료단위

56K모뎀(56K modem)
두개의 자료전송속도를 리용하는 모뎀기술 : 하나는 인터네트에 올리적재하는 것이고 다른것은 인터네트로부터의 내리적재하는것이다.

802 ⇨ IEEE 프로젝트 802
802.1 ⇨ IEEE 프로젝트 802.1
802.2 ⇨ IEEE 프로젝트 802.2
802.3 ⇨ IEEE 프로젝트 802.3
802.4 ⇨ IEEE 프로젝트 802.4
802.5 ⇨ IEEE 프로젝트 802.5

8중비트(octet)
8개비트단위

8진수체계(octal unmber system)
정보를 8개의 기호(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)를 리용하여 표시하는 방법

B

B통로(B channel)
64kbps의 자료속도를 가진 ISDN통로 기본사용자통로로서 배어러통로라고도 한다.

B통로용LAP(link access procedure for B channel :LAPB)
ISDN의 B통로를 위하여 정의된 LAP규약

D

DB−15
X.21실현. 15다리접속기를 규정한다.

DB−25
25다리접속기를 규정하는 EIA−232실현

DB−37
37다리접속기를 규정하는 EIA−449실현

DB−9
EIA−232실현 또는 EIA−449실현. 매개는 9다리접속기를 규정한다.

Dijkstra**알고리듬**(Dijkstra algorithm)
련결상태경로조종에서 다른 경로조종기까지의 최소경로를 찾는 알고리듬

D**통로용**LAP(link access procedure for D channel :LAPD))
ISDN의 D통로를 위하여 정의된 LAP규약

E

EIA−232
EIA에서 개발된 일반25다리대면부규격

EIA−449
EIA에서 개발된 37다리접속기와 9다리접속기를 규정하는 대면부규격

EIA−530
DB−25다리를 리용하는 EIA−449에 기초한 대면부규격

E**회선**(E lnes)
T회선에 대한 유럽등가물

I

I.430
BRI물리층특성에 대한 ITU−T규격

I.431
PRI물리층특성에 대한 ITU−T규격

IEEE 802.1
국부망을 위하여 IEEE 프로젝트802에서 개발된 규격. LAN들을 호상 결합하는 상태를 포괄한다.

IEEE 802.2
국부망을 위하여 IEEE 프로젝트802에서 개발된 규격. LLC보조층을 포괄한다.

IEEE 802.3
국부망을 위하여 IEEE 프로젝트 802에서 개발된 규격. CSMA/CD접근방법을 리용하는 망들에 대한 MAC보조층을 포괄하며 이써네트에 대하여 형식적인 정의를 준다.

IEEE 802.4
국부망을 위하여 IEEE 프로젝트802에서 개발된 규격. 모선위상구조와 통표넘기기접근방법을 리용하는 망들에 대한 MAC보조층을 포괄하며 통표모선에 대한 형식적인 정의를 준다.

IEEE 802.5
국부망을 위하여 IEEE 프로젝트802에서 개발된 규격. 고리위상구조와 통표넘기기접근방법을 리용하는 망들에 대한 MAC보조층을 포괄하며 통표고리에 대한 형식적인 정의를 준다.

IEEE 802.6
분산형대기렬2중모선을 위하여 IEEE 프로젝트802에서 개발된 규격

IEEE **프로젝트**802(IEEE project 802)
OSI모형의 물리 및 자료련결층에 대한 LAN규격을 정의한 IEEE 계획. 자료련결층을 론리련결조종과 중간접근조종이라는 두개의 보조층으로 분할한다.

IPv4
호상망결합규약변종 4. 이것은 현재의 변종이다.

IPv6
  호상망결합규약변종 6. 주요 IP주소화 변화를 특징 짓는 제안된 호상망결합

IP**데타그람**(IP datagram)
  호상망규약자료단위

IP**주소**(IP address) ⇨인터네트주소

IP**주소부류**(IP address class)
  IPv4에서 5개주소그룹중의 하나. A, B, C 부류는 망식별자, 콤퓨터식별자, 클라스식별자로 이루어 지며 D부류는 다중수신자송신주소를 유지하고 E는 앞으로의 리용을 위하여 예약된다.

I**프레임**(I−frame)
  HDLC에서 사용자자료와 조종정보를 나르는 정보프레임

J

Java
  능동Web문서를 창조하는데 리용되는 프로그람작성언어

K

Kbps
  초당 키로비트

Kermit
  널리 리용되는 비동기규약

L

LANE**봉사기**(LANE server :LES)
  원천과 목적지사이의 가상회선을 창조하는 봉사기쏘프트웨어. LANE의 부분이다.

LANE**의뢰기**(LANE client :LEC)
  LAN봉사에 대한 요구를 접수하는 의뢰기쏘프트웨어. LANE의 부분이다.

LZW**부호화**(Lempel−Ziv−Welch(LZW) encoding)
  반복렬에 대한 지시기를 리용하는 렬기초의 압축방법

M

MAC**주소**(MAC address) ⇨물리주소

Mbps
  초당 메가비트

N

N**개 되돌이**ARQ(go−back−*n* ARQ)
  오유가 생긴 프레임과 그 다음의 모든 프레임을 다시 송신해야 하는 오유조종방법

Null**모뎀**(null modem)
  두개의 가까운 호환성있는 DTE사이에 자료전송을 위한 대면부특성

P

P**복스**(P−box)
  암호화에서 리용되는 입구를 출구에 련결시키는 장치적회로

Q

Q.931
  D통로에 관한 ISDN의 망층기능을 정의한 ITU−T규격

R

RS−232 ⇨EIA232

RS−422**규격**(RS−422 standard)
  EIA−449에서 리용된 전기적파라메터를 정의하는 평형회로특성

RS−423**규격**(RS−423 standard)
  EIA−449에서 리용된 전기적파라메터를

정의하는 비평형회로특성

RSA암호화(Rivest, Shamir, Adleman(RSA) encryption)
리베스트, 샤머, 아델만이 개발한 일반적인 공개열쇠암호화방법

R대면부(R interface) ⇨R기준점

R기준점(R reference point)
ISDN에서 TE2과 TA사이의 대면부

S

SMDS대면부규약(SMDS interface protocol : SIP)
SMDS에 대한 접근을 관리하는 3준위규약

S대면부(S interface) ⇨S 참조점

S복스(S−box)
해신기, P복스, 부호기로 이루어 진 암호화장치

S−참조점(S reference point)
ISDN에서 TE1또는 TA와 NT사이의 대면부

S프레임(S−frame)
확인, 흐름조종, 오유조종 등 관리기능을 위하여 리용되는 HDLC프레임. 사용자자료는 포함되지 않는다.

T

T−1회선(T−1 line)
1.544Mbps수자전송회선

T−2회선(T−2 line)
6.312Mbps 수자전송회선

T−3회선(T−3 line)
44.736Mbps 수자전송회선

T−4회선(T−4 line)
274.176Mbps수자전송회선

TCP/IP규약묶음(TCP/IP protocol suite)
호상망에서 리용되는 계층형규약그룹

TDM모선(TDM bus)
입구 및 출구회선들이 극소형교환기를 통하여 고속모선에 접속되는 시분할 교환기

T형대면부(T interface) ⇨T기준점

T형기준점(T reference point)
ISDN에서 NT1과 NT2사이의 대면부

T형회선(T lines)
언어와 기타 신호들을 수자식으로 나르도록 설계된 계층형수자회선. 계층체계는 T−1, T−2, T−3, T−4회선을 정의한다.

U

UNIX
인터네트에서 리용되는 조작체계

U대면부(U interface) ⇨U 기준점

U기준점(U reference point)
ISDN에서 NT1과 망의 나머지 사이의 대면부

U프레임(U−frame)
련결고리관리정보를 나르는 무번호 HDLC프레임

V

V.21
FSK변조를 리용하는 ITU−T 300보드 모뎀

V.22
4−PSK변조를 리용하는 ITU−T 600보드 모뎀

V.22bis
V.22의 두배속도를 가진 ITU−T모뎀

V.29

16-QAM변조를 리용하는 ITU-T 2400보드모뎀

V.32
V.29의 보강된 변종으로서 격자부호변조를 리용한다.

V.32bis
V.32의 보강된 변종. 자동적인 후퇴와 회복구조로 특징이 있다.

V.33
V.32의 보강된 변종.ITU-T 2400보드모뎀. 128-QAM에 기초한 격자부호변조를 리용한다.

V.34
자료압축을 보장하는 2400보드 ITU-T 모뎀

V.42
LAPM과 DCE에 대한 오유교정절차를 리용하는 ITU-T모뎀

V.42bis
V.42의 보강된 변종으로서 LZW압축을 리용한다.

V계렬(V series)
전화회선을 통하는 자료전송을 정의한 ITU-T규격

W

Web
WWW에 대한 동의어

Web페지(Web page)
Web에서 리용할수 있는 하이퍼본문 또는 하이퍼매체단위

X

X.121
공중 또는 사설망에 접속된 DTE들을 대역적으로 주소화하는 대부분 X.25망들에서 리용되는 규약

X.21
DTE와 DCE사이의 대면부를 정의하는 ITU-T규격

X.25
자료말단장치와 파케트교환망사이의 대면부를 정의하는 ITU-T규격

X.28
단능말단과 PAD사이의 통신규칙을 정의하는 3중X규약

X.29
PAD와 원격말단사이의 관계를 정의한 3중X규약

X.3
PAD를 정의하는 3중 X규약

X.400
전자우편과 통보취급을 위한 ITU-T규격

X.500
전달봉사를 위한 ITU-T규격

X모뎀(XMODEM)
PC들사이의 전화회선통신을 위한 비동기규약

Y

Y모뎀(YMODEM)
XMODEM과 자료크기, 전송포기방법, 오유검사, 파일전송에서 차이가 있는 비동기규약

Z

Z모뎀(ZMODEM)
XMODEM과 YMODEM의 두가지를 다 조합한 비동기규약

색 인

ㄱ

ㄴ

ㄷ

ㄹ

ㅁ

ㅂ

ㅅ

ㅈ

ㅊ

A

B

E

I

N

O

S

T

U

V

X

Y

Z